

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «РГГМУ»)

## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
НА ПРОСТРАНСТВЕ СНГ»,

ПОСВЯЩЕННОЙ 90-ЛЕТИЮ РОССИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



МЕЖПАРЛАМЕНТАРСКАЯ АССАМБЛЕЯ  
ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ  
СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ



22-24 ОКТЯБРЯ 2020 Г.  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

УДК [502.131.1+551.46+551.5+556](063)

ББК 20.18(2)

С23



## СБОРНИК ТЕЗИСОВ

Международной научно-практической конференции  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРОСТРАНСТВЕ СНГ»,  
посвященной 90-летию Российского государственного гидрометеорологического  
университета

22-24 ОКТЯБРЯ 2020 г.

В сборнике представлены материалы участников Международной научно-практической конференции «Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ», организованной Российским государственным гидрометеорологическим университетом совместно с Межпарламентской Ассамблеей государств – участников СНГ.

Сборник подготовлен на основе материалов, поступивших в Оргкомитет конференции от участников. Ответственность за содержание и достоверность материалов несут авторы.

**ISBN 978-5-86813-508-8**

©Авторы публикаций, 2020

©Российский государственный

гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2020

## СОДЕЖАНИЕ

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Программа конференции | 17 |
| Тезисы докладов       | 43 |

### ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. Поздняков Шамиль Рауфович Проблемы мониторинга транспорта и характеристик наносов в водных объектах в современных условиях                               | 43 |
| 2. Филатов Николай Николаевич Актуальные проблемы системных исследований внутренних водоемов и пути их решения  | 50 |
| 3. Молдабаев Саркытбек Сарсембаевич Трансграничные реки Казахстана: состояние, проблемы и перспективы   | 55 |
| 4. Прямыцын Владимир Николаевич Подготовка высококвалифицированных кадров военных метеорологов для Красной Армии в РГГМУ в годы Великой Отечественной войны | 58 |
| 5. Смышляев Сергей Павлович Контроль, прогноз и управление качеством воздуха в континентальном, региональном и локальном масштабах                          | 67 |

### Круглый стол

#### «МОРСКОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ – ДОРОЖНАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

|  |    |
|--|----|
| 1. Блиновская Я.Ю. Ограничения и сложности реализации морского пространственного планирования в России   | 70 |
| 2. Бобылев Н.Г., Шилин М.Б. Структура береговой техносферы Невской губы  | 72 |
| 3. Домнин Д.А., Домнина А.Ю., Чубаренко Б.В. Природные условия и хозяйственная деятельность в российской части Юго-восточной Балтики, как база для морского пространственного планирования | 74 |
| 4. Лаппо А.Д., Данилова Л.В. Продвижение дорожной карты Морского пространственного планирования в Российской Федерации   | 77 |
| 5. Плинок Н.Л. Место морского пространственного планирования в системе управления морепользованием   | 79 |
| 6. Семейошкова В.С., Плинок Н.Л., Еремина Т.Р., Ершова А.А. Рекомендации по решению проблем имплементации морского пространственного планирования в Российской Федерации                   | 81 |

### Круглый стол

#### «МЕТЕОРОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»

|  |    |
|--|----|
| 1. Балакин В.С., Шипко Ю.В. Распределение специализированного биометеорологического показателя теплового стресса на южной части Европейской территории России.                                   | 84 |
| 2. Борисов А.А., Жильчук И.А., Маков А.Б., Филиппенок В.В. Методология оценивания эффективности гидрометеорологического обеспечения  | 87 |
| 3. Готюр И.А., Рукасов Е.А. Метод диагностики полей геопотенциала и ветра на неосвещенных аэрологическими наблюдениями эшелонах полета высотных автоматических аэростатов                        | 89 |
| 4. Губин Н.В., Даренских С.Н., Пестерев С.Н. Применение зависимостей Гоффа-Грача в расчетах виртуальной температуры воздуха при решении задач метеорологического обеспечения стрельбы артиллерии | 91 |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 5. | Насонов А.А., Дорофеев В.В., Жильчук И.А. Методика оценки метеорологических условий при планировании авиационных работ под низкими облаками с учетом осложняющих факторов | 93 |
| 6. | Семенов В.В., Алёхин С.Г. Прогнозирование поглощения инфракрасного излучения водяным паром в задачах планирование применения тепловизионных систем                        | 95 |
| 7. | Черный В.В., Ефременко А.Н., Жильчук И.А., Мухомедзянова В.И., Страдинь В.Г. Автоматизированные методы прогноза уровней рек и паводков                                    | 98 |

#### Секция 1.

#### «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОГОДЫ И КЛИМАТА»

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 1.  | Авдеев С.М. Биоклиматический потенциал в условиях глобального изменения климата  | 100 |
| 2.  | Азёмов Д.Т. Оценка качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга по результатам эксплуатации автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха в 2019 году                    | 103 |
| 3.  | Александров В.Я., Капустин А.В. Эль-Ниньо и Антарктика   | 105 |
| 4.  | Алексеева Е.Г., Анискина О.Г. Анализ длительных аномалий тепла в зимний период   | 107 |
| 5.  | Алентьев Ю.Ю. Особенности использования метеорологических данных метеостанций, метеопостов и временных метеопунктов наблюдений при проведении гидрометеорологических изысканий           | 109 |
| 6.  | Алёхин С.Г., Иванов Р.Д. Исследование влияния астрономических факторов на формирование естественных климатических сезонов в различных географических районах Земли                       | 111 |
| 7.  | Алимпиева М.А., Морозова С.В., Полянская Е.А., Кононова Н.К. Повторяемость различных типов синоптических процессов в Нижнем Поволжье в условиях меняющегося климата                      | 114 |
| 8.  | Алимпиева М.А., Морозова С.В., Полянская Е.А., Кононова Н.К. Исследование термического режима Арктического региона на фоне настоящих климатических изменений                             | 116 |
| 9.  | Арипджанова Ф.А., Петров Ю.В., Эгамбердиев Х.Т. Динамика опустынивание на территории Узбекистана   | 118 |
| 10. | Арушанов М. Л. Формализация понятия «Климат»   | 120 |
| 11. | Багров А.Н., Быков Ф.Л., Гордин В.А. Схема комплексного прогноза погоды по территории стран СНГ на срок до 6 суток   | 122 |
| 12. | Болелов Э.А., Ермошенко Ю.М. Влияние достоверности результатов радиозондирования и прогноза параметров атмосферы на потребную заправку топливом при подготовке воздушного судна к полету | 124 |
| 13. | Булгаков К.Ю. Турбулентный обмен в волновом слое атмосферы   | 126 |
| 14. | Быков Ф.Л., Гордин В.А., Ермошенко Ю.М., Фридзон М.Б. Сравнение результатов аэрологических измерений системой ПОЛЮС и сетевыми радиолокационными станциями                               | 128 |
| 15. | Волобуева О.В. Горохольская В.З., Топтунова О.Н. Синоптические процессы и явления погоды, влияющие на деятельность транспорта в Республике Башкортостан                                  | 131 |
| 16. | Воропай Н.Н. Микроклиматические исследования: современные возможности и проблемы   | 134 |
| 17. | Галаева К.И., Болелов Э.А., Фридзон М.Б. Обнаружение сдвигов ветра в секторах взлёта и посадки воздушных судов   | 136 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 18. | Галимова Р.Г. Изменение гидротермических условий на территории Республики Башкортостан в период 1966-2015 гг.   | 138 |
| 19. | Головина Е.Г., Носков С.Н., Подгайский Э.В., Ступишина О.М., Тенилова О.В., Черемных А.В. Возможности использования метеорологической информации в здравоохранении                    | 141 |
| 20. | Григоров Н. О., Никитина В. С. Исследование погрешностей ротоанемометров, установленных на морских буйковых метеостанциях   | 143 |
| 21. | Гурвич И.А., Пичугин М.К., Хазанова Е.С., Хворостовский К.С. Вклад южного синоптического процесса 25-27 ноября 2019г.в перенос водяного пара в тихоокеанский сектор Арктики           | 146 |
| 22. | Дробжева Я.В., Зикункова Д.В. Акустический импульс на границе перехода ударной волны в акустическую при сверхзвуковом полете самолета   | 148 |
| 23. | Дронова Е.А., Рожнов В.В. Анализ динамики атмосферных осадков на территории города Москвы   | 150 |
| 24. | Зверько П.В., Анискина О.Г. Исследование черноморской боры с использованием мезомасштабной гидродинамической модели WRF-ARW   | 152 |
| 25. | Имамджанов Х.А. К вопросу формирования начальной стадии образования зародышей облачных частиц   | 154 |
| 26. | Иошпа А.Р., Гежа Н.А. Оценка ветрового режима, достигающего критериев неблагоприятных и опасных условий погоды на территории Краснодарского края                                      | 156 |
| 27. | Карандаева Л.М., Карандаев С.В. Моделирование, расчет и визуализация динамики норм снегозапасов в бассейне реки Чирчик  | 158 |
| 28. | Китаев Л.М., Титкова Т.Б. Особенности воспроизведения изменчивости снегозапасов Восточно-Европейской равнины данными спутниковой информации (на примере продукта GlobSnow(SWE))       | 160 |
| 29. | Кононова Н.К., Велев С.Б. Экстремальные осадки на западном и восточном берегах Чёрного моря и их связь с макроциркуляционными процессами  | 163 |
| 30. | Кошикова Т.С., Пустовалов К.Н., Жукова В.А. Исследование мезомасштабных конвективных комплексов над югом Западной Сибири  | 165 |
| 31. | Кошкина А.С., Топтунова О.Н. Особенности климатических изменений в условиях освоения газовых месторождений северо-запада Сибири   | 168 |
| 32. | Крылов А.Г., Шумихина А.В., Машталер О.В., Колбин В.А. Современные подходы решения вопросов модернизации наблюдательной сети на территории СНГ на примере Армении                     | 170 |
| 33. | Кузнецов А.Д., Симакина Т.Е., Сероухова О.С. Сезонное малопараметрическое представление вертикальных профилей температуры в Якутии  | 172 |
| 34. | Ладохина Е. М., Рубинштейн К. Г. Исследование влияния Санкт-Петербурга на распределение приземной температуры и осадков по данным многолетних измерений                               | 175 |
| 35. | Латонин М.М., Бобылев Л.П., Башмачников И.Л., Дэви Р. Воспроизведение арктического усиления в различных базах данных  | 177 |
| 36. | Лисицына Е.А., Волобуева О.В. Анализ условий образования обледенения в районе прогнозирования АМЦ Пулково   | 179 |
| 37. | Лобанов В.А., Маммедов С.А., Наурозбаева Ж.К., Григорьева А.А. Проявление современного изменения климата на региональном уровне   | 181 |
| 38. | Лопух П.С., Гледко Ю.А., Давыденко О.В., Логинова Е.В., Ван Хао Проблемы гидрометеорологического обеспечения субъектов хозяйства Республики Беларусь в условиях неустойчивого климата | 184 |
| 39. | Мазуров Г.И., Акселевич В.И. Возможности искусственного создания двухслойной облачности в тропосфере для стимулирования атмосферных   | 186 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
|     | осадков  |     |
| 40. | Малинин В.Н., Гордеева С.М., Кулешова А. В. Особенности межгодовой изменчивости увлажнения на европейской территории России  | 188 |
| 41. | Маммедов С.А., Лобанов В.А., Мамедова Н.А. Применение результатов климатических моделей для оценки проекций регионального климата  | 190 |
| 42. | Масликова О.Я., Грицук И.И., Дебольский В.К., Ионов Д.Н. Исследование изменчивости свойств грунтов в процессе сезонных колебаний климата   | 192 |
| 43. | Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Стрельцов А.М., Чернявский Г.М., Черный И.В. Спутниковый мониторинг опасных явлений по данным микроволновых радиометров МТВЗА-ГЯ, AMSR2 и GMI  | 194 |
| 44. | Михайловский Ю.П., Попов В.Б., Синькевич А.А., Абшаев А.М., Торопова М.Л., Кашлева Л.В. Радиофизические характеристики облаков со смерчами   | 196 |
| 45. | Моисеева Н.О. Гамбургер Ю.В. Разработка перспективного образца метеорологического зонда для повышения безопасности полетов ВС  | 298 |
| 46. | Мханна А.И.Н. Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха в городе Ростове-на-Дону  | 200 |
| 47. | Наурузбаева Ж.К., Лобанов В.А. Климатические факторы, влияющие на толщину льда Каспийского моря и методические указания по прогнозированию его нарастания  | 202 |
| 48. | Неёлова Л.О., Гудвезер Т.П. Оценка влияния Северо-Атлантического колебания (САК) на циркуляционный режим тропосферы в летний период  | 204 |
| 49. | Немировская Л.Г. Некоторые особенности изменений регионального климата на примере оценки условий увлажнения юго-востока Западной Сибири на основе изучения периодов недостаточного увлажнения с помощью создания региональных банков данных их характеристик | 206 |
| 50. | Неробелов Г.М., Тимофеев Ю.М., Смышляев С.П., Виролайнен Я.А., Макарова М.В., Фока С.Ч. Валидация баз данных CAMS и трехмерного моделирования WRF-Chem содержания CO <sub>2</sub> вблизи Санкт-Петербурга  | 209 |
| 51. | Никитенко А.А., Тимофеев Ю.М., Виролайнен Я.А., Березин И.А. Исследования содержания CO <sub>2</sub> вблизи российских городов по спутниковым данным ОСО-2   | 211 |
| 52. | Норматов И.Ш., Муминов А.О., Норматов П.И. Климатические особенности и климатообразующие факторы Памира и их вклад в формирование снежно-ледовых и водных ресурсов зон формирования речных систем  | 213 |
| 53. | Норматов П.И., Одинаев К. Н., Норматов И.Ш. Мониторинг формирования и распределения снежного покрова по климатическим зонам верховья трансграничной реки Пяндж   | 216 |
| 54. | Переведенцев Ю.П., Шерстюков Б.Г. Шанталинский К.М., Мирсаева Н.А., Мягков М.А., Аухадеев Т.Р. Региональные проявления глобального потепления климата (на примере Приволжского федерального округа)  | 218 |
| 55. | Перетятыко Л.О. Система взаимной конвертации баз данных различной структуры  | 220 |
| 56. | Петрова А.А., Демидионов М.Ю. Использование вегетационных индексов как индикаторов изменения климата Арктики на примере участка полуострова Таймыр   | 222 |
| 57. | Петрова А.Н., Ефимова Ю.В., Шишкина Т.Р. Особенности термического режима холодного полугодия в районе национального парка «Ленские Столбы»   | 224 |
| 58. | Пигольцина Г.Б., Школьник И.М., Ефимов С.В. Оценки будущих воздействий глобального потепления на условия произрастания основных сельскохозяйственных культур Средней Азии  | 227 |
| 59. | Покровский О.М., Покровский И.О. Влияние изменений солнечной   | 230 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
|     | активности на глобальное облачное покрытие и вероятность возникновения пандемий   |     |
| 60. | Покровский О.М., Покровский И.О. Оценки вклада различных факторов в естественные колебания глобального климата  | 232 |
| 61. | Размыслова В.В., Волобуева О.В. Условия возникновения турбулентности в зоне ответственности Коми АМЦ  | 234 |
| 62. | Рой В. Влияние изменение климата на заболевания, связанные с водными объектами  | 235 |
| 63. | Рудь М.Ю., Готюр И.А., Мешков А.Н., Яременко И.А. Метод определения границ циклонической облачной спирали по данным космических аппаратов гидрометеорологического назначения на основе искусственных нейронных сетей        | 237 |
| 64. | Рыбанова А.Ю., Фокичева А.А., Воробьева Л.Н. Анализ дифференциации экономического эффекта использования гидрометеорологической информации по видам экономической деятельности   | 239 |
| 65. | Свечникова Е.К., Мареев Е.А., Ильин Н.В. Исследование структуры облаков, создающих потоки энергичных частиц   | 241 |
| 66. | Священников П.Н., Осипова Т.Н., Багрянцев М.В. Воздействие разномасштабных климатических изменений на культурное и историческое наследие Соловецких островов  | 244 |
| 67. | Соколина А.П., Волобуева О.В. Особенности полетов воздушных судов в районе ответственности АМСГ Краснодар   | 246 |
| 68. | Соловьев Д.А. Нейросетевое прогнозирование температурных аномалий для Северного полушария Земли до 2030 года  | 247 |
| 69. | Тимофеев Ю.М., Неробелов Г.М., Поберовский А.В. Определение содержания СО <sub>2</sub> в тропосфере и стратосфере наземным ИК спектроскопическим методом  | 250 |
| 70. | Тимофеев Ю.М., Неробелов Г.М., Виролайнен Я.А., Поберовский А.В., Фока С.С. Сравнения различных оценок антропогенных эмиссий СО <sub>2</sub> мегаполиса Санкт-Петербурга  | 252 |
| 71. | Федоров В.М., Гребенников П.Б. Инсоляционная контрастность Земли и изменение современного глобального климата   | 254 |
| 72. | Федосеева Н.В., Лопуха В.О. Анализ повторяемости полярных мезовихрей в Баренцевом море на основании данных спутниковой съемки   | 257 |
| 73. | Федосеева Н.В., Ефимова Ю.В., Куроплина В.И. Фоновые синоптические условия формирования орографических волн в тропосфере  | 259 |
| 74. | Хамдамова Г.М., Дергачёва И.В. Анализ условий формирования и режима осадков по территории Республики Узбекистан   | 261 |
| 75. | Холматжанов Б.М., Петров Ю.В., Абдикулов Ф.И., Абдикулова М.Р., Сайпидинов З.Ф., Сафаров Ф.Б., Махмудов И.М., Абдулахатов Э.И. О новом подходе к оценке биометеорологических условий комфортности для туристической отрасли | 264 |
| 76. | Чередниченко А.В., Чередниченко А.В., Чередниченко В.С., Пивненко Ю.А. Результаты сравнительных наблюдений автоматической метеостанции со стационарными наблюдениями на метеоплощадке Куйган                                | 267 |
| 77. | Шатилина Т.А., Цициашвили Г.Ш., Радченкова Т.В. Многолетняя изменчивость центров действия атмосферы над Азиатско-Тихоокеанским регионом и ее влияние на региональные климатические условия                                  | 270 |
| 78. | Эргашева Ю.Х., Петров Ю.В., Эгамбердиев Х.Т. Влагосодержание воздуха при северном холодном вторжении  | 273 |
| 79. | Яременко И.А., Готюр И.А., Мешков А.Н., Рудь М.Ю. Метод прогнозирования опасных явлений погоды на основе технологий искусственных нейронных сетей   | 276 |

## Секция 2.

## «ГИДРОЛОГИЯ И ОКЕАНОЛОГИЯ ОТ АРКТИКИ ДО АНТАРКТИКИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 1.  | Аверкиев А.С., Татаренко Ю. А. Влияние североатлантических и северотихоокеанских вод на формирование водных масс в Арктических морях по данным экспедиционных наблюдений в 2014 и в 2019 гг.   | 278 |
| 2.  | Аксянов Т. М., Кучеренко О. Е., Шкарбанов Р.И. Комплексные инженерно-гидрометеорологические изыскания для определения статуса водного объекта  | 281 |
| 3.  | Александров С.В., Муратова А.А., Оценка трофического статуса Балтийского моря в летний период 2020 г.  | 283 |
| 4.  | Александрова А.Г. К вопросам мониторинга нефтяных загрязнений при измерениях углеводородов в Баренцевом море   | 286 |
| 5.  | Ахмедова Т.А., Видинеева Е.М., Гафуров А.А. Загрязнение реки Чирчик биогенными веществами  | 289 |
| 6.  | Баранова А.Р., Решин Н.А., Тимофеева Л.А. Оценка прозрачности воды Ладожского озера по спутниковым снимкам   | 293 |
| 7.  | Батмазова А.А., Хаустов В.А. О методах и методиках прогноза стока горных и полугорных рек  | 296 |
| 8.  | Белякова П.А., Каспрва Ю.А. Доступ к гидрологическим данным как необходимый элемент исследований: проблемы и пути решения  | 298 |
| 9.  | Бухарицин П.И. Оценка (бывшего и современного) состояния мониторинга Росгидромета, роль гидрометслужбы Каспийской флотилии, филиалов институтов РАН и отделений РГО в обеспечении безопасности мореплавания и деятельности морских отраслей на Каспийском море | 301 |
| 10. | Векшин А.К., Векшина Т.В., Большаков В.А. Современные проблемы в оценке гидравлических сопротивлений   | 307 |
| 11. | Веницианов Е.В., Воронина К.П. Физико-химические особенности формирования качества вод городских рек   | 309 |
| 12. | Веретенников В.Н. Неявная разностная схема на произвольном множестве расчетных точек для решения уравнений Навье – Стокса  | 312 |
| 13. | Виноградов И.А., Обязов В.А. Руслловые деформации рек Приильменской низменности на примере реки Порусья  | 314 |
| 14. | Владимирова О.М., Еремина Т.Р., Исаев А.В., Рябченко В.А., Савчук О.П. Исследование влияния растворенного органического вещества на первичную продукцию на основе модели SPBEM-2   | 316 |
| 15. | Волчек А.А., Сидак С.В. Прогнозные оценки речного стока на основе гибридной модели EMD-ARIMA   | 318 |
| 16. | Волчек А.А., Сидак С.В. К вопросу исследования гидрометеорологических рядов методами фрактального анализа  | 321 |
| 17. | Гайдукова Е.В., Хаустов В.А., Викторова Н.В. Методология частично инфинитной гидрологии  | 324 |
| 18. | Голосовская В.А., Лагай Н.В., Исаев Д.И. Роль геоинформационных систем в образовательно процессе специалиста гидрометеорологии   | 327 |
| 19. | Горбунов Р.В., Андреев Т.И., Корнийчук Ю.М. Инновационный потенциал развития прибрежных территорий Крыма в рамках реализации стратегии устойчивого развития  | 330 |
| 20. | Горошкова Н.И., Георгиевский Д.В. Анализ гидроклиматических характеристик рек бассейна Северной Двины  | 333 |
| 21. | Давыденко Е.В., Мякишева Н.В. Разномасштабная изменчивость уровней воды Ладожского озера   | 335 |
| 22. | Дергачёва И.В., Царёв Б.К. Распределение озер и водохранилищ Республики  | 337 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
|     | Узбекистан в разрезе Бассейновых Управлений Ирригационных систем<br>Дианский Н.А., Фомин В.В., Панасенкова И.И., Кабатченко И.М. Система<br>морских оперативных и ретроспективных расчетов гидрометеорологических<br>характеристик и параметров морского льда для западных морей российской<br>Арктики | 340 |
| 23. | Дрегваль М.С., Сикан А.В. Влияние климатических изменений на водность<br>навигационного периода Северной Двины   | 343 |
| 24. | Егоров А. Д., Петров Н.Г., Потапова И. А. Новый упрощенный способ<br>вычисления интегралов с алгебраическими особенностями квадратурных<br>формул необходимых для решения линейных интегральных уравнений<br>Фредгольма второго рода, получаемых в теории фильтрации                                   | 345 |
| 25. | Еремеева А.О., Кучеренко О.Е., Аксянов Т. М. Оценка максимального<br>дождевого стока для внешнего водосбора полигона ТБО «Ленино» Республики<br>Крым   | 347 |
| 26. | Еремеева А.О., Бобровицкая Н.Н. Оценка степени загрязненности речных вод<br>территории Бованенковского НГКМ  | 350 |
| 27. | Зайцева И.В., Фролов А.Н. Расчет поверхностного стока с откосов<br>золошлакоотвала для обоснования мероприятий по его отведению  | 352 |
| 28. | Захарова Е.В., Фомин В.В., Дианский Н.А., Ладохина Е.М., Рубинштейн К.Г.<br>Воспроизведение гидротермодинамических характеристик Невской губы в<br>период штормового нагона 1-2 октября 2019 года моделью INMOM: с учетом<br>закрытия створов комплекса защитных сооружений и без                      | 354 |
| 29. | Иванов В.В., Третьяков М.В., Харлампьева Н.К. Состояние и проблемы<br>совершенствования системы гидрографического районирования устьевых<br>регионов Российской Арктики  | 357 |
| 30. | Исабеков С.Р., Нишонов Б.Э., Разикова И.Р. Загрязнения поверхностных вод<br>Ташкентской области стойкими хлорорганическими пестицидами   | 359 |
| 31. | Исаев Д.И., Баскакова А.И., Иванова О.И, Лагай Н.В. Методика описания<br>речных излучин  | 362 |
| 32. | Казак В.Я. Антропогенное влияние на гидрологический режим рек<br>Республики Молдова  | 364 |
| 33. | Казаков Э.Э., Горошкова Н.И., Георгиевский Д.В. Геоинформационная<br>система для поддержки мониторинга и прогнозирования гидрологического<br>режима рек бассейна Северной Двины  | 367 |
| 34. | Кирилова А.А., Гордеева С.М., Термохалинная адвекция через Датский<br>пролив   | 369 |
| 35. | Кирилова А.А., Фролова Н.С. Исследование распределения биогенных<br>элементов в Кандалакшском заливе Белого моря в летний период по натурным<br>данным   | 371 |
| 36. | Клавен А.Б., Копалиани З.Д., Месерлянс Г.Г. Гидравлическое моделирование<br>способов защиты от размыва берегов Нижней Кубани   | 375 |
| 37. | Кондратьев С.А., Карпечко Ю.В., Шмакова М.В. Сток и вынос биогенных<br>элементов с лесных водосборов Карелии при разных сценариях вырубки леса   | 378 |
| 38. | Кучмин А.В., Обязов В.А., Подлипский И.И., Виноградов А.Ю. Диффузное<br>загрязнение р. Волга нефтепродуктами на участке Бурнаковской низины в<br>Нижнем Новгороде  | 380 |
| 39. | Лебедева Л.С. Перемерзание рек в зоне многолетней мерзлоты в условиях<br>изменения климата   | 383 |
| 40. | Лобанов В.А. Статистические методы гидрологических расчетов при<br>отсутствии данных наблюдений и их реализация в виде ГИС-технологий  | 385 |
| 41. | Малуша А.П., Царев В.А. Особенности весеннего разрушения ледяного<br>покрова в Охотском море   | 388 |
| 42. |  |     |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 43. | Марков М. Л., Журавин С. А., Гуревич Е. В. Оценка процессов формирования водного баланса по данным станций Нижнедевицкая и Каменная степь   | 390 |
| 44. | Мухаббатов Х. М. Значение ледников Памира в условиях изменения климата  | 392 |
| 45. | Мягков С.В., Гавриленко Н.Н., Гофуров Т.К. Ледниковый сток в бассейне Аральского моря   | 394 |
| 46. | Наумов Л.М., Гордеева С.М., Динамика мезомасштабных вихрей на границах Лофотенской котловины  | 396 |
| 47. | Новоселова Е.В., Белоненко Т.В. Исследование изостерических поверхностей в Лофотенской котловине Норвежского моря на основе данных реанализа GLORYS   | 399 |
| 48. | Норматов И.Ш., Муминов А.О., Норматов П.И. Климатические особенности и климатообразующие факторы Памира и их вклад в формирование снежно-ледовых и водных ресурсов зон формирования речных систем                 | 401 |
| 49. | Педченко А.П., Блиновская Я.Ю. Распределение микропластика на акватории Арктических морей   | 404 |
| 50. | Платонова Е.В. Картографическое представление основных айсбергопродуцирующих районов Карского и Баренцева морей по спутниковым данным 2010 – 2019 гг.   | 407 |
| 51. | Позднякова В.В., Кустикова М.А. Анализ методов дистанционного зондирования для изучения солености воды Арктических морей  | 409 |
| 52. | Разикова И.Р., Нишонов Б.Э. Современная гидрохимическая характеристика рек Ферганской долины Республики Узбекистан  | 411 |
| 53. | Рахуба А.В., Шмакова М.В., Кондратьев С.А. Моделирование двухфазного массопереноса большого водохранилища   | 413 |
| 54. | Сакович В.М., Чернышева Е.В. Неучтенный сток на ГТС небольших и малых водохранилищ и его оценка   | 415 |
| 55. | Самиев А.М., Мухаббатов Х.М. Некоторые проблемы водопользования в Центральной Азии  | 417 |
| 56. | Самко Е.В., Новиков Ю. В., Никитин А.А., Муктепавел Л.С., Цыпышева И. Л., Капштер А.В., Гостренко Л.М. Использование материалов дистанционного зондирования в рыбохозяйственных целях на Дальневосточном бассейне | 419 |
| 57. | Сумачев А.Э., Банщикова Л.С. Ледовый режим реки Онега и особенности его прогнозирования   | 422 |
| 58. | Сучкова К.В. Оценка чувствительности генетических составляющих речного стока к изменениям климата   | 424 |
| 59. | Таран В.С., Королева Ю.В. К вопросу о сезонной динамике форм азота и фосфора в Куршском заливе (Юго-Восточная Балтика)  | 426 |
| 60. | Терехова Р. А. Состояние геодезического обеспечения гидрологических наблюдений в Арктической зоне РФ  | 428 |
| 61. | Тимофеева А.Б., Юлин А.В. Изменчивость сезонного хода ледовитости моря Лаптевых с 1940х гг. XX века   | 431 |
| 62. | Травкин В.С., Белоненко Т.В. Межгодовая и сезонная изменчивость мезомасштабных вихрей Лофотенской котловины на основе спутниковых данных  | 434 |
| 63. | Ушаков М.В. Расчет слоя стока весеннего половодья на неизученных реках арктической Чукотки  | 436 |
| 64. | Честнов А.И., Простакевич К.С. Визуализация данных программы АРГО в морях Арктики и Субарктики  | 438 |
| 65. | Чечко В.А., Топчая В.Ю., Кривошлык П.Н., Пугачёва Т.Л. О влиянии естественных и антропогенных факторов на эволюцию литосистемы Калининградского залива Балтийского моря   | 441 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 66. | Швед Я. В., Фролова Н.С. Спутниковый мониторинг интенсивного «цветения» вод Желтого моря                                      | 444 |
| 67. | Шишкина О.Д. Исследование краевых эффектов шельфовой зоны при трансформации полностью нелинейных внутренних волн              | 446 |
| 68. | Яговкина Е.А., Хаймина О.В., Кубышкин Н.В. Краткосрочный прогноз уровня моря на базе методов деревьев решений и леса деревьев | 448 |
| 69. | Яговкина Е.А., Хаймина О.В., Кубышкин Н.В. Результаты кластерного анализа колебаний уровня моря у мыса Каменный               | 451 |

### Секция 3.

#### «ЭКОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ»

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 1.  | Абдиева М. Ш., Нишонов Б. Э. Изменение биогенного состава воды реки Зеравшан  | 454 |
| 2.  | Акселевич В.И., Мазуров Г.И. Изменение климата, природные пожары и выявление ресурсных облаков для борьбы с ними  | 456 |
| 3.  | Акшинцев А.А., Веницианов Е.В. О разработке методов стандартизации микропластиков в продуктах питания   | 458 |
| 4.  | Александров С.В. Экологическое состояние и негативные последствия эвтрофирования в водах юго-восточной Балтики, Вислинском и Куршском заливах   | 460 |
| 5.  | Антал Т., Конюхов И., Волгушева А., Хрущев С., Плюснина Т., Соловченко А. Новые технические и программные решения для комплексной оценки параметров фотосинтеза микроводорослей в экологическом мониторинге | 463 |
| 6.  | Багрова Т.Н. Динамика гидротермических параметров за десять лет (2010-2019) (по данным ГМС «Теберда»)   | 464 |
| 7.  | Бардина Т.В., Чугунова М.В., Бардина В.И. Использование скрининговых биотестов для оценки влияния объекта прошлого экологического ущерба на почвенный покров прибрежной зоны                                | 466 |
| 8.  | Бобылев Н.Г., Шилин М.Б., Структура береговой техносферы Невской губы   | 468 |
| 9.  | Гавриленко А.С., Кустикова М.А. Оценка воздействия нефтегазодобывающих предприятий на северные территории и коренные малочисленные народы Арктики   | 470 |
| 10. | Голубчиков Ю.Н. О постоянстве кислорода в истории Земли   | 472 |
| 11. | Горбунова Ю.А., Александров С.В. Распределение выбросов макроводорослей на Российской части морского побережья Калининградской области в зависимости от трофности прибрежных вод                            | 475 |
| 12. | Гузева А.В., Иванова Е.В., Зеленковский П.С., Тихонова Д.А. Потенциальные проблемы качества водных ресурсов северо-запада РФ на примере загрязнения микропластиком  | 478 |
| 13. | Доан Тхи Нга, Фам Нгок Линь, Нгуен Тхи Нянь Состояние и перспективы использования морских природных ресурсов во Вьетнаме  | 480 |
| 14. | Дрозденко Т.В. Межгодовая динамика летнего фитопланктона дельты реки Великой (Псковская область)  | 487 |
| 15. | Дроздов В.В. Региональные тенденции и закономерности влияния климатических изменений на компоненты экосистем внутренних море Европы   | 490 |
| 16. | Дроздов В.В., Мобараккызы З. Колебания климата и оценка их экологических следствий в речных бассейнах Нижней Волги, Казахстана и Средней Азии   | 493 |
| 17. | Дун Сянли, Шилин М. Б., Лукина Ю. Н. Исследование механизмов иммунного ответа для разработки новой технологии защиты рыб от инфекций в условиях аквакультуры  | 497 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 18. | Жигульский В.А., Паничев В.В., Шуйский В.Ф., Чебыкина Е.Ю., Булышева М.М. Плавни восточной части Финского залива: проективное покрытие биотопов водной растительностью                                | 499 |
| 19. | Зуенко Ю.И. Влияние климатических изменений в дальневосточных морях на морские экосистемы и промысловые ресурсы   | 502 |
| 20. | Иванова К.В., Кустикова М.А. Анализ состояния почвенно-растительного покрова в районе Бованенковского месторождения   | 505 |
| 21. | Иванова Т.А., Кустикова М.А. Картирование зон береговой эрозии реки Вуоксы и перспективы мониторинга изменения берегов с применением ГИС технологий   | 508 |
| 22. | Ивченко Т. Г., Макарова М.А. Использование ГИС технологий в природоохранных целях (на примере болотных экосистем Южно-Уральского региона)   | 510 |
| 23. | Кек И.В., Дрозденко Т.В. Фитопланктон озера Долгое в весенне-летний период 2019 года (Псковская область)  | 512 |
| 24. | Кивва К.К. Многолетняя изменчивость распределения промысловых скоплений трески в Баренцевом море  | 515 |
| 25. | Клубов С.М., Третьяков В.Ю., Дмитриев В.В. Особенности влияния сточных вод на малую городскую реку Волковку: геоэкологические и нормативно-правовые аспекты   | 518 |
| 26. | Ковалева О. А., Сергеев А.Ю., Рябчук Д.В. Определение индекса уязвимости береговой зоны восточной части Финского залива (Балтийское море) к абразионным процессам                                     | 521 |
| 27. | Любимов И.В., Колючкина Г.А., Семин В.Л. Функциональная структура макрозообентоса Черного моря как ключевой индикатор оценки состояния морской экосистемы   | 524 |
| 28. | Мальшева Н.А., Фруммин Г.Т. Оценка загрязненности металлами поверхностных вод заповедников  | 526 |
| 29. | Осадчая Г.Г., Дудников В.Ю., Быкова М.В. Мониторинг сохранности природных экосистем как информационная база экодиагностики регионального уровня (на примере криолитозоны Европейского северо-востока) | 528 |
| 30. | Паршина Т.В., Потапова Т.М., Федорова И.В., Трушевский В.Л. Динамика временных изменений биогенной нагрузки на водоемы в условиях различных видов антропогенных воздействий                           | 530 |
| 31. | Путырский В.Е. Экологическое моделирование трансграничных потоков   | 532 |
| 32. | Рамазанов Б.В., Королева Ю.В. Использование мхов <i>Hylocomium splendens</i> и <i>Pleurozium schreberi</i> для оценки атмосферных осадений ПАУ в Калининградской области                              | 534 |
| 33. | Саидмахмудова Л. А., Нишонов Б.Э. Сообщества зоопланктона и зообентоса Туябугузского водохранилища  | 536 |
| 34. | Сидорчук А.Ю. Математическое моделирование овражной эрозии  | 539 |
| 35. | Слепнёва В.О., Лихачева О.В., Волгушева А.А., Антал Т.К. Исследование воздействия антропогенных факторов на фотосинтез лишайников для применения в экологическом мониторинге                          | 541 |
| 36. | Соромотин А.В., Коленникова Т.А., Амо П.Д. Микроклиматические особенности естественных и техногенных ландшафтов на севере Западной Сибири   | 542 |
| 37. | Тилляходжаева З. Д., Махмудова К.Ш. Экологический анализ Чирчик - Ахангаранского бассейнов и сопоставление с нозогеографической ситуацией Ташкентской области   | 544 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 38. | Тимофеева И.В., Кустикова М.А. Идентификация пластиков с помощью рамановской спектроскопии в целях мониторинга окружающей среды  | 546 |
| 39. | Топчая В.Ю., Чечко В.А., Котова Е.И. Поступление тяжелых металлов с атмосферными осадками в Вислинский и Куршский заливы Балтийского моря  | 548 |
| 40. | Третьяков В.Ю., Дмитриев В.В., Клубов С.М. Методология выбора параметров водных объектов для интегральной оценки их экологического статуса на основании имитационного моделирования                | 551 |
| 41. | Урусова Е.С., Шелутко В.А. Специальные вопросы обработки данных о качестве поверхностных вод   | 554 |
| 42. | Хохлова Л.П., Мандрыка О.Н. Влияние долговременных климатических изменений на состояние Арктической экосистемы   | 556 |
| 43. | Чередниченко А.В., Чередниченко А.В., Чередниченко В.С., Джайлаубекоев Е.А. Эмиссии ПГ от использования технологий в транспорте по снижению отработанных газов в Казахстане                        | 558 |
| 44. | Шевчук А.В. Экологические аспекты освоения Арктики   | 560 |
| 45. | Шибанова Д.Н. Изменение агрометеорологических параметров Архангельской области в условиях глобального потепления   | 562 |
| 46. | Шилькрот Г.С. Мониторинг водных экосистем как метод познания их эволюции и организации природопользования  | 564 |
| 47. | Школьный Д.И., Завадский А.С. Мониторинг берегов рек в рамках государственного мониторинга водных объектов: современное состояние и перспективы развития   | 567 |
| 48. | Яковлева Т.Ю., Дьяченко Н.В., Косцов В.В., Бобровский А.П., Михтеева Е.Ю., Потапова И.А., Скобликова А.Л., Хлябич П.П. Воздействие радиационного загрязнения на экологию Европейской части Арктики | 570 |

#### Секция 4.

### «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

|    |  |     |
|----|--|-----|
| 1. | Абрамов В.М., Истомин Е.П., Михеев В.Л., Шилин М.Б., Коузов С.А., Леднова Ю.А. Техносферная безопасность общественно-делового комплекса «Лахта-Центр»          | 573 |
| 2. | Абрамова А.Л., Простакевич К.С., Честнов А.И., Абрамов В.М., Санина Ю.П. Черный углерод как область исследований в рамках Арктического совета                  | 576 |
| 3. | Белянинова Е.Г., Богданов П.Ю. Вирусные атаки в современном мире умных устройств   | 578 |
| 4. | Боков В.Н., Лебедев С.В. Совместный анализ атмосферных и геофизических процессов – основа управления сейсмическими рисками                                     | 580 |
| 5. | Бурлов В.Г., Маньков В.Д., Полюхович М.А. Разработка системы управления безопасностью электрических сетей на основе применения геоинформационных систем        | 583 |
| 6. | Бурлов В.Г., Миронов А.Ю., Миронова А.Ю. Техносферная безопасность при геоинформационном управлении производством по делам об административных правонарушениях | 586 |
| 7. | Бурлов В.Г., Шавуров С.А., Шершнева А.И. Методы обеспечения пожарной безопасности в лесах  | 589 |
| 8. | Бурлов В.Г., Шершнева А.И., Шавуров С.А. Разработка модели обеспечения безопасности пожарного при тушении пожаров на опасных производственных объектах         | 592 |
| 9. | Бычков А.А., Корнеев В.П., Частухин А.В., Платонов Н.А., Доронин А.П. Состояние и перспективы развития работ по защите от заморозков                           | 595 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 10. | Веревкин С.А., Краева Е.В., Татарникова Т.М. Об угрозах применения беспилотных летательных аппаратов   | 597 |
| 11. | Дурнаева В.Н. Структура ГИС «Карст Южного Урала и Предуралья»  | 599 |
| 12. | Дьяченко Н. В., Потапова И. А., Скобликова А. Л., Яковлева Т. Ю. Проблема аналитического определения фоновой засветки  | 601 |
| 13. | Дьяченко Н.В., Яковлева Т.Ю., Михтеева Е.Ю., Потапова И.А., Дьячук Э.И., Тиханов А.В. Прогнозирование экологических рисков при разработке арктических месторождений на основе решения задач микросейсмологии | 604 |
| 14. | Иванова Т.А., Кустикова М.А. Картирование зон береговой эрозии реки Вуоксы и перспективы мониторинга изменения берегов с применением ГИС технологий  | 606 |
| 15. | Ковачев С.А., Крылов А.А. Результаты мониторинга микроземлетрясений в районе нефтегазовых структур в акватории Северного Каспия  | 608 |
| 16. | Ковачев С.А., Крылов А.А., Иванов В.Н., Тимашкевич Г.К. Система геодинамического мониторинга морского нефтегазового месторождения им. Ю. Корчагина (Северный Каспий)   | 611 |
| 17. | Колесникова Е.В., Толокова А.В. Дифференцированная оценка влияния ТЭЦ на качество воздуха больших городов  | 614 |
| 18. | Коробченкова К.Д., Ершова А.А. Построение модели выноса биогенных элементов с водосбора с применением ГИС-технологий для рек Ленинградской области   | 617 |
| 19. | Куватов И.А., Шишкин А.И., Рабизода Н. Геоинформационная структура техногенной нагрузки бассейна р. Вахш (Республика Таджикистан)  | 619 |
| 20. | Куприянова А.Е., Михневич Г.С., Гриценко В.А. Виртуальная скважина как элемент проектирования водоснабжения пользователей за счет подземных вод  | 621 |
| 21. | Лагай Н.В., Пронив Е.Н. Использование методов экологического картографирования как мера сохранения экосистемы Ладожского озера и предупреждения загрязнений  | 623 |
| 22. | Масликова О.Я., Грицук И.И., Дебольский В.К., Ионов Д.Н. Исследование изменчивости свойств грунтов в процессе сезонных колебаний климата   | 625 |
| 23. | Матафонов Е.П. Наблюдения за уровнем подземных вод. Возможности реализации наблюдений в сети мониторинга природной среды   | 628 |
| 24. | Роголев А.И., Банарь С.А. Использование ГИС технологий для модернизации существующей системы мониторинга лесных пожаров на территории Псковской области  | 631 |
| 25. | Сашенко К.О., Миклуш В.А., Краева Е.В. Применение беспилотных летательных аппаратов в предупреждении техногенных катастроф и мониторинге их последствий  | 633 |
| 26. | Скобликова А.Л., Дьяченко Н.В., Яковлева Т.Ю., Михтеева Е.Ю., Потапова И.А., Хлябич П.П., Косцов В.В. Воздействие световых нагрузок на экологию человека   | 635 |
| 27. | Тараканов Дм.А., Елизарьев А.Н., Тараканов Д.А. Анализ динамики потерь нефтепродуктов от больших дыханий в течение 2018 года на примере Республики Башкортостан  | 638 |
| 28. | Терехов А.В., Обломкова Н.С., Игнатьева Н.В., Кондратьев С.А. Разработка рекомендаций по уменьшению биогенного и органического загрязнения реки Новая (Санкт-Петербург)                                      | 641 |
| 29. | Тимочкина Т.В., Татарникова Т.М. Методика проведения анализа возможной зоны затопления на основе спутниковой информации и специализированных интернет ресурсов   | 643 |
| 30. | Шагидуллин А.Р. Программа развития территориальной системы станций контроля загрязнения атмосферы  | 645 |

- |     |  |     |
|-----|--|-----|
| 31. | Шадрина Т.М., Миклуш В.А., Краева Е.В. Комплексный анализ гидросферы поймы реки        | 648 |
| 32. | Шаронов А.Ю., Шматков В.А. Вопросы экологической безопасности в проливе Карские ворота | 650 |

Секция 5.

**«ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО УРЕГУЛИРОВАНИЯ В ЭКОСФЕРЕ»**

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| 1.  | Авраменко А.А., Алиев Р.А. Эколого-экономические аспекты четвертого энергетического перехода  | 652 |
| 2.  | Акимова К.С, Афанасьев Д.А. К вопросу о введении энергетической утилизации в РФ   | 655 |
| 3.  | Арапов С.В. Особенности правового статуса опорных зон Арктической зоны Российской Федерации   | 658 |
| 4.  | Бубнова Я.В., Багдасарян А.А., Гнатенко К.В. Проблемы потребления в современном мире  | 660 |
| 5.  | Гуня А.Н., Голубчиков Ю.Н. Институционализация высотных и широтных природных различий в стратегическом планировании и региональном развитии России                            | 663 |
| 6.  | Ключникова Е.М., Маслобоев В.А. Применение метода сценарного прогнозирования для повышения устойчивости экономики Арктических регионов: Мурманская область                    | 666 |
| 7.  | Кондратов Н.А. Организационные механизмы реализации арктической стратегии России  | 668 |
| 8.  | Курочкина А.А., Лукина О.В., Бикезина Т.В. Обеспечение экологической безопасности функционирования зон с особым режимом хозяйствования  | 670 |
| 9.  | Курочкина А.А., Островская Е.Н., Вердиев Р.Р. Использование природно-ресурсного потенциала Гянджа-Газахского экономического района Республики Азербайджан                     | 673 |
| 10. | Курочкина А.А., Семенова Ю.Е. Экономические преобразования в условиях экологизации экономики  | 675 |
| 11. | Минина О.Г., Минина А.И. Качество жизни и причины миграции северян-горожан (на примере Республики Коми)   | 678 |
| 12. | Никифорова Е.Н. Качество экологического законодательства как мера противодействия коррупции   | 681 |
| 13. | Палкин И.И., Редькина Т.М., Окрушко В.Я. Роль минерально-сырьевых центров Арктической зоны РФ в обеспечении экологической безопасности территории                             | 684 |
| 14. | Панова А.Ю., Семенов Р.И. Молодежное предпринимательство в условиях «зеленой» экономики   | 686 |
| 15. | Петрова Е.Е. Анализ трудовых показателей в Арктической зоне РФ как направление устойчивого развития   | 688 |
| 16. | Рыбанова А.Ю., Фокичева А.А., Воробьева Л.Н. Анализ дифференциации экономического эффекта использования гидрометеорологической информации по видам экономической деятельности | 690 |
| 17. | Соломонова В.Н., Редькина Т.М. Пересмотр стратегических решений при реализации инноваций в условиях изменения климата в Арктике   | 692 |
| 18. | Фирова И.П., Редькина Т.М. Проблемы обеспечения эколого-экономической безопасности Арктики  | 694 |

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| 19. | Хуснимарданов И.И. Проблема своевременной актуализации нормативной базы экономического регулирования природоохранной деятельности | 697 |
| 20. | Яковлева Е.Н. Политика адаптации народного хозяйства к изменению климата  | 700 |

Секция 6.

«НАУЧНАЯ КОММУНИКАЦИЯ: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ФОРМИРОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ»

- |    |   |     |
|----|---|-----|
| 1. | Дектерев С.Б., Осокина Н.Ю. Роль английского языка в формировании профессиональной коммуникативной компетенции                                    | 703 |
| 2. | Зайцева Е.В. Графическая организация материала в оцесе чтения профессионально-ориентированных текстов   | 705 |
| 3. | Зайцева М.В. ФГОС как нормативно-правовая, методическая и концептуальная основа экологического образования РФ (на примере начального образования) | 707 |
| 4. | Медко Е.А. Виды аудирования и способы контроля сформированности аудитивных навыков при обучении иностранному языку в высшей школе                 | 709 |
| 5. | Травина Л. Е. Трансформация и контаминация паремий в современном языковом пространстве (структурно-семантический аспект)                          | 711 |
| 6. | Троцюк С.Н. Использование жаргонной лексики в социополитическом дискурсе (по материалам современной прессы)                                       | 713 |
| 7. | Федорова Н.Ю., Ярмухамедова Ф.М. Типология лексических переводческих ошибок как основа для разработки методики обучения переводу научных текстов  | 715 |

Секция 7.

Школа-конференция молодых ученых «ЭКОГИДРОМЕТ»

- |     |  |     |
|-----|--|-----|
| 1.  | Александров С.В., Бочерикова И.Ю., Марченко Е.И. Оценка эвтрофирования юго-восточной части Балтийского моря по концентрации хлорофилла «а» в августе 2020 г. | 717 |
| 2.  | Ананян А.С., Ульянова М.О. Распределение тяжелых металлов в донных отложениях Калининградского залива Балтийского моря                                       | 720 |
| 3.  | Белякова А.М. Апробация канадского индекса качества воды CCME WQI в условиях Северо-Запада Российской Федерации  | 722 |
| 4.  | Бочерикова И.Ю., Муратова А.А., Бубнова Е.С. Взвешенное вещество в береговой зоне Калининградского полуострова   | 725 |
| 5.  | Буэнаньо Б.Б. Макрофиты Коневских озер Валаамского архипелага  | 727 |
| 6.  | Григорова Т.С. Оценка сапробности устьевой зоны р. Которосль по водным макрофитам  | 729 |
| 7.  | Двоеглазова К.С., Шелутко В.А., Горошкова Н.И. Влияние изменения климата на термический режим рек бассейна Северной Двины                                    | 731 |
| 8.  | Долгобородова Ю.А., Алексеев Д.К. Оценка трофического статуса Охтинского водохранилища   | 734 |
| 9.  | Ершова А.А., Кузьмина А.С., Миннигазимова Л.И. Исследование распределения морского мусора на побережье Российской части Финского залива в 2019 году          | 736 |
| 10. | Забелина А.В., Шошин А.В. Аквапоника – альтернативный метод ведения сельского хозяйства  | 738 |
| 11. | Киселева В.В., Логинова Н.В., Александров С.В. Распределение концентрации хлорофилла «а» и оценка эвтрофирования вод восточной части                         | 740 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
|     | Финского залива   |     |
| 12. | Козлова А.В. Оценка качества вод р. Славянки  | 743 |
| 13. | Козлова А.В., Зуева Н.В. Оценка загрязненности вод реки Ижора в летний период 2020 года   | 745 |
| 14. | Колинбет Л.В. Исследование радиационного фона в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга   | 747 |
| 15. | Косатова А., Буэнаньо Б., Тимофеева А. Оценка рекреационной нагрузки на ООПТ (Катунский биосферный заповедник)  | 749 |
| 16. | Котова А.К., Воякина Е.Ю. Лимнологические особенности Коневских озер Валаамского архипелага   | 751 |
| 17. | Лобчук О.И., Лазарюк А.Ю., Чубаренко И.П. Распределение частиц микропластика в толще льда   | 753 |
| 18. | Лобчук О.И., Есюкова Е.Е., Килесо А.В. Антропогенный мусор на побережье Калининградской области в 2019-2020 гг.: сигаретные фильтры   | 755 |
| 19. | Макаров К.Н. Моделирование качества воды в прибрежной зоне моря   | 757 |
| 20. | Макарова М.А., Шелутко В.А. Оценка влияния выбросов на сток биогенов по реке Великая  | 759 |
| 21. | Маскаева И.А., Алексеев Д.К. Оценка трофического статуса реки Охты  | 762 |
| 22. | Меньшов К.В., Федорченко Л.Ю. Применение ГИС-технологий в подготовке комплексной политики озеленения городов России   | 764 |
| 23. | Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.К. Роль зеленых насаждений в снижении уровня риска для здоровья населения   | 767 |
| 24. | Одинокова К.Д., Примак Е.А. Интегральная оценка устойчивости трансформированных водоемов к изменению параметров режимов   | 770 |
| 25. | Омелечко Д.А. Агрохимические свойства луговых почв подверженных мелиорации  | 772 |
| 26. | Панова Н.В., Воякина Е.Ю. Сравнение лимнологических параметров оз. Сисъярви в точках антропогенного воздействия и свободных от него (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) | 774 |
| 27. | Перевышина К.М. Сравнительная оценка биологической активности разных типов почв   | 777 |
| 28. | Полонова К.А. Оценка качества атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга в 2018 году  | 779 |
| 29. | Русаков Г.А., Дмитричева Л.Е. Зависимость распределения металлов и полуметаллов в почвах о. Валаам от происхождения и минералогии материнских пород                         | 781 |
| 30. | Саргаева В.Ю., Алексеев Д.К., Бабин А.В. Оценка зеленых насаждений Санкт-Петербурга по данным дистанционного зондирования   | 783 |
| 31. | Семенов Д.А. Динамика температур лесных почв острова Валаам   | 786 |
| 32. | Соколова И.С., Ямбушев А.Р., Гришуткин О.Г. Эколого-санитарное состояние родников Республики Мордовия   | 788 |
| 33. | Тимофеева А.И., Примак Е.А. Оценка системы управления с твердыми коммунальными отходами в г. Санкт-Петербурге   | 790 |
| 34. | Чернышев А.Н. Межгодовая изменчивость характеристик зоопланктона и ряда гидрохимических параметров оз. Лещевое (о. Валаам, Ладожское озеро)                                 | 792 |

**ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ**

**22 октября 2020 г.**

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ</b>  |   |  |
| <b>Таврический дворец, Шпалерная, 47.</b>   |   |  |
| Модератор: <b>Денис Валентинович Леонтьев</b> , к.ю.н., и.о. проректора по научной работе РГГМУ, проректор по развитию РГГМУ  |   | 14:00–<br>17:30  |
| <b>ПРЕСС-ПОДХОД</b>   |   | 14:00–<br>14:20  |
| <b>Торжественное открытие Конференции</b>   |   |  |
| Приветственные слова:   |   |  |
| 1. <b>ЧИЛИНГАРОВ Артур Николаевич</b> , д.г.н., профессор, Член-корреспондент РАН, специальный представитель Президента Российской Федерации по международному сотрудничеству в Арктике и Антарктике, Президент МОО «Ассоциация полярников», Герой Советского Союза, Герой Российской Федерации, Президент РГГМУ. |   |  |
| 2. <b>КОБИЦКИЙ Дмитрий Аркадьевич</b> , генеральный секретарь – руководитель Секретариата Совета Межпарламентской Ассамблеи государств – участников СНГ.  |   |  |
| 3. <b>ГАНУС Ирина Юрьевна</b> , первый заместитель председателя Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга.  |   | 14:20–<br>14:50  |
| 4. <b>МИХЕЕВ Валерий Леонидович</b> , к.ю.н., доцент, ректор РГГМУ.   |   |  |
| 5. <b>БЕДРИЦКИЙ Александр Иванович</b> , к.г.н., президент Общероссийской общественной организации «Российское гидрометеорологическое общество».  |   |  |
| 6. <b>КАПИТАНОВ Олег Александрович</b> , председатель Комитета по межнациональным отношениям и реализации миграционной политики в Санкт-Петербурге Правительства Санкт-Петербурга.  |   |  |
| 7. <b>КОНОВАЛЬЧИК Александр Валерьевич</b> , начальник Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, Республика Беларусь.   |   |  |
| 1.  | Проблемы мониторинга транспорта и характеристик наносов в водных объектах в современных условиях                            | <b>Поздняков Шамиль Рауфович</b> , д.г.н., профессор, директор Института озераведения РАН<br>14:50–<br>15:10   |
| 2.  | Актуальные проблемы системных исследований внутренних водоемов и пути их решения  | <b>Филатов Николай Николаевич</b> , д.г.н., профессор, член-корреспондент РАН, Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН<br>15:10–<br>15:30   |
| 3.  | Трансграничные реки Казахстана: состояние, проблемы и перспективы   | <b>Молдабаев Саркытбек Сарсембаевич</b> , д.ю.н., профессор, директор филиала Академии государственного управления при президенте республики Казахстан по Алматинской области<br>15:30–<br>15:50                     |
| 4.  | Подготовка высококвалифицированных кадров военных метеорологов для Красной Армии в РГГМУ в годы Великой Отечественной войны | <b>Прямыцын Владимир Николаевич</b> , к.в.н., подполковник, зам. начальника научно-исследовательского отдела НИИ (военной истории) Военной академии Генштаба Вооруженных сил Российской Федерации<br>15:50–<br>16:10 |
| 5.  | Региональные особенности деградации ледников Таджикистана в ходе глобального потепления климата                             | <b>Каюмов Абдулхамид</b> , профессор, директор ГНУ «Центр изучения ледников Национальной академии Республики Таджикистана»<br>16:10–<br>16:30  |
| 6.  | Нормативно-техническое обеспечение вопросов гидрометеорологической безопасности   | <b>Бедрицкий Александр Иванович</b> , к.г.н., Президент Российского гидрометеорологического общества<br>16:30–<br>16:50  |

|    |  |  |                 |
|----|--|--|-----------------|
| 7. | Контроль, прогноз и управление качеством воздуха в континентальном, региональном и локальном масштабах | <b>Смышляев Сергей Павлович</b> , профессор кафедры метеорологических прогнозов РГГМУ, д.ф.-м.н., <b>Марагаева Анна Александровна</b> , директор департамента промышленной экологии ООО "ЕИМ инжиниринг" | 16:50–<br>17:10 |
|----|--|--|-----------------|

| <b>Круглый стол 10:00-15:00</b>  |   |             |
|--|---|-------------|
| <b>«Морское пространственное планирование – Дорожная карта Российской Федерации»</b>   |   |             |
| <b>Ставропольская улица, дом 3, Парламентский Центр МПА ЕвразЭС</b>  |   |             |
| Модератор: <b>Иван Ильич Мушкет</b> , д.ю.н., проф., руководитель проекта Saracity4MSP, заместитель<br>руководителя Секретариата Совета МПА СНГ – директор МИМРД МПА |   |             |
| №  | Название и авторы доклада   | Время       |
| 1.   | Регистрация участников<br>(вход в Парламентский центр строго по паспорту) подключение к онлайн трансляции (конференц-зал 315)   | 09:30–10:00 |
| 2.   | Представление участников, приветственные слова:<br>– <b>Н.Р. Инамов</b> , директор Департамента международного сотрудничества, Министерство природных ресурсов и экологии РФ<br>– <b>И.И. Мушкет</b> , д.ю.н., проф., заместитель руководителя Секретариата Совета МПА СНГ – директор МИМРД, Межпарламентская ассамблея государств – участников Содружества независимых государств (МПА СНГ), руководитель проекта Saracity4MSP от РГГМУ<br>– <b>А. Никодемуса</b> , Руководитель Секретариата VASAB («Видение и стратегии для всего региона Балтийского моря»)<br>Модератор: <b>Иван Ильич Мушкет</b> , д.ю.н., проф., руководитель проекта Saracity4MSP от РГГМУ, заместитель руководителя Секретариата Совета МПА СНГ – директор МИМРД МПА СНГ | 10:00–10:30 |
| 3.   | <i>Ершова А.А., доц. каф. ГПЭБ РГГМУ, к.г.н.,<br/>Ермина Т.Р., директор ИГИО РГГМУ, к.ф.-м.н.</i><br>Представление проекта-платформы Saracity4MSP (программа международного Сотрудничества Интеррег Балтийский Регион): основные цели и задачи проекта  | 10:30–10:45 |
| 4.   | <i>Данилова Л.В., НИПИ АТП «Ермак Северо-Запад», Ланно А.Д., к.т.н., ген. дир. НИПИ АТП «Ермак Северо-Запад», рук. проекта Saracity4MSP от ЕрмакСЗ</i><br>Продвижение дорожной карты Морского пространственного планирования в Российской Федерации   | 10:45–11:00 |
| 5.   | <i>Плинк Н. Л., доц. каф. ЮНЕСКО МОК РГГМУ, к.г.н.</i><br>Место морского пространственного планирования в системе управления морепользованием   | 11:00-11:15 |
| 6.   | <i>Семеошенкова В. С., доц. каф. ЮНЕСКО МОК РГГМУ, Плинк Н. Л., доц. каф. ЮНЕСКО МОК РГГМУ, к.ф.-м.н., Ермина Т.Р., директор ИГИО РГГМУ, к.ф.-м.н. Ершова А.А. доц. каф. ГПЭБ РГГМУ, к.г.н.</i><br>Рекомендации по решению проблем имплементации морского пространственного планирования в Российской Федерации   | 11:15-11:30 |
| 7.   | <i>Блиновская Я.В., к.г.н., Дальневосточный федеральный университет</i><br>Ограничения и сложности реализации морского пространственного планирования в России  | 11:30-11:45 |
| 8.   | <i>Домнин Д.А., к.г.н., Домнина А.Ю., Чубаренко Б.В., к.ф.-м.н., Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН</i><br>Природные условия и хозяйственная деятельность в российской части Юго-восточной Балтики, как основа для морского пространственного планирования   | 11:45-12:00 |
| 9.   | <i>Шилин М.Б. д.г.н., проф. РГГМУ, Бобылев Н.Г., к.т.н., доц. каф. ЭБиУРР СПбГУ</i><br>Структура береговой техносферы Невской губы  | 12:00-12:15 |
| Кофе-брейк   |   | 12:15-12:45 |

| <b>ПАНЕЛЬНАЯ ДИСКУССИЯ</b>   |              |
|--|--------------|
| <p>- Дорожная карта МПП для Российской Федерации</p> <p>- Опыт пилотного внедрения морского пространственного планирования (МПП) применительно к конкретным участкам акваторий, прилегающих к берегам Российской Федерации (Финский залив и Юго-Восточная Балтика)</p> <p>- Роль МПП в процессе стратегического планирования развития морской и прибрежной деятельности, выявление проблем и пробелов, мешающих внедрению интегральных подходов в практику управления морепользованием.</p> <p><b>Участники:</b><br/>         Представители Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга, Комитета Ленинградской области по туризму, Администрации Курортного района Санкт-Петербурга.<br/>         Члены и Эксперты Постоянной комиссии МПА СНГ по аграрной политике, природным ресурсам и экологии.<br/>         Представители бизнеса, неправительственных организаций, специалисты по морскому пространственному планированию, научное сообщество и образовательные организации.</p> | 12.:45-14:00 |
| <p>Подведение итогов Круглого стола.<br/>         Составление Резолюции Круглого стола.</p>  | 14:30-15:00  |

| <b>Круглый стол 10:00-15:00</b>   |   |  |             |
|---|---|--|-------------|
| <b>«Метеорология специального назначения»</b>   |   |  |             |
| <b>Ставропольская улица, дом 3, Парламентский Центр МПА ЕврАзЭС</b>   |   |  |             |
| Модератор: <b>Кузнецов Илья Евгеньевич</b> , полковник, д.т.н., доцент, начальник кафедры Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора, Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» |   |  |             |
| №   | Название доклада  | Авторы   | Время       |
| 1.  | Распределение специализированного биометеорологического показателя теплового стресса на южной части Европейской территории России                   | Балакин В.С., Шипко Ю.В.   | 10:00-10:15 |
| 2.  | Метод диагностики полей геопотенциала и ветра на неосвещенных аэрологических наблюдениями эшелонах полета высотных автоматических аэростатов        | Готюр И.А., Рукасов Е.А.   | 10:15-10:30 |
| 3.  | Методика оценки метеорологических условий при планировании авиационных работ под низкими облаками с учетом осложняющих факторов                     | Насонов А.А., Дорофеев В.В., Жильчук И.А., Степанов А.В.                     | 10:30-10:45 |
| 4.  | Методология оценивания эффективности гидрометеорологического обеспечения  | Борисов А.А., Жильчук И.А., Маков А.Б., Филиппенок В.В.                      | 10:45-11:00 |
| 5.  | Прогнозирование поглощения инфракрасного излучения водяным паром в задачах планирование применения тепловизионных систем                            | Семенов В.В., Алехин С.Г.  | 11:00-11:15 |
| 6.  | Автоматизированные методы прогноза уровней рек и паводков   | Черный В.В., Ефременко А.Н., Жильчук И.А., Мухомедзянова В.И., Страдинь В.Г. | 11:15-11:30 |
| 7.  | Применение зависимостей Гоффа-Грача в расчетах виртуальной температуры воздуха при решении задач метеорологического обеспечения стрельбы артиллерии | Губин Н.В., Даренских С.Н., Пестерев С.Н.                                    | 11:30-11:45 |

**23 октября 2020 г.**

| <b>Секция 1. Актуальные проблемы погоды и климата</b>  |  |  |             |
|--|--|--|-------------|
| 1 корпус РГГМУ, Малоохтинский пр., 98, Актовый зал, 10:00-19:15  |  |  |             |
| Модератор: <b>Анискина Ольга Георгиевна</b> , к.ф.-м.н, доцент кафедры Метеорологических прогнозов РГГМУ. УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ |  |  |             |
| №  | Название доклада   | Авторы   | Время       |
| 1.   | Исследование структуры облаков, создающих потоки энергичных частиц   | Свечникова Е.К., Мареев Е.А., Ильин Н.В.   | 10:00-10:15 |
| 2.   | Биоклиматический потенциал в условиях глобального изменения климата  | Авдеев С.М.  | 10:15-10:30 |
| 3.   | Повторяемость различных типов синоптических процессов в Нижнем Поволжье в условиях меняющегося климата   | Алимпиева М.А., Морозова С.В., Полянская Е.А., Кононова Н.К.                         | 10:30-10:45 |
| 4.   | Анализ длительных аномалий тепла в зимний период   | Алексеева Е.Г., Анискина О.Г.  | 10:45-11:00 |
| 5.   | Акустический импульс на границе перехода ударной волны в акустическую при сверхзвуковом полете самолета  | Дробжева Я.В., Зикункова Д.В.  | 11:00-11:15 |
| 6.   | Анализ динамики атмосферных осадков на территории города Москвы  | Дронова Е.А., Рожнов В.В.  | 11:15-11:30 |
| Перерыв 15 минут   |  |  |             |
| 7.   | Сезонное малопараметрическое представление вертикальных профилей температуры в Якутии  | Кузнецов А.Д., Симакина Т.Е., Сероухова О.С.   | 11:45-12:00 |
| 8.   | Исследование мезомасштабных конвективных комплексов над югом Западной Сибири   | Кошикова Т.С., Пустовалов К.Н., Жукова В.А.  | 12:00-12:15 |
| 9.   | Спутниковый мониторинг опасных явлений по данным микроволновых радиометров МТВЗА-ГЯ, AMSR2 и GMI   | Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Стрельцов А.М., Чернявский Г.М., Черный И.В. | 12:15-12:30 |
| 10.  | Разработка перспективного образца метеорологического зонда для повышения безопасности полетов ВС   | Моисеева Н.О., Гамбургер Ю.В.  | 12:30-12:45 |
| 11.  | Исследование погрешностей ротоанемометров, установленных на морских буйковых метеостанциях   | Григоров Н. О., Никитина В. С.   | 12:45-13:00 |
| 12.  | Метод определения границ циклонической облачной спирали по данным космических аппаратов гидрометеорологического назначения на основе искусственных нейронных сетей | Рудь М.Ю., Готюр И.А., Мешков А.Н., Яременко И.А.                                    | 13:00-13:15 |
| Обед 13:15-14:30   |  |  |             |
| 13.  | Нейросетевое прогнозирование температурных аномалий для Северного полушария Земли до 2030 года   | Соловьев Д.А.  | 14:30-14:45 |
| 14.  | Исследование влияния Санкт-Петербурга на распределение приземной температуры и осадков по данным многолетних измерений   | Ладохина Е. М., Рубинштейн К. Г  | 14:45-15:00 |
| 15.  | Схема комплексного прогноза погоды по территории стран СНГ на срок до 6 суток  | Багров А.Н., Быков Ф.Л., Гордин В.А.   | 15:00-15:15 |
| 16.  | Сравнение результатов аэрологических измерений системой ПОЛЮС и сетевыми радиолокационными станциями   | Быков Ф.Л., Гордин В.А., Ермошенко Ю.М., Фридзон М.Б.                                | 15:15-15:30 |
| 17.  | Оценки будущих воздействий глобального потепления на условия произрастания   | Пигольцина Г.Б., Школьник И.М., Ефимов С.В.  | 15:30-15:45 |

|                  |  |   |             |
|------------------|--|---|-------------|
|                  | основных сельскохозяйственных культур Средней Азии   |   |             |
| Перерыв 15 минут |  |   |             |
| 18.              | Инсоляционная контрастность земли и изменение современного глобального климата   | Федоров В.М., Гребенников П.Б.  | 16:00-16:15 |
| 19.              | Многолетняя изменчивость центров действия атмосферы над Азиатско-Тихоокеанским регионом и ее влияние на региональные климатические условия | Шатилина Т.А., Цициашвили Г.Ш., Радченкова Т.В.   | 16:15-16:30 |
| 20.              | Экстремальные осадки на западном и восточном берегах Чёрного моря и их связь с макроциркуляционными процессами                             | Кононова Н.К., Велев С.Б.   | 16:30-16:45 |
| 21.              | Исследования содержания CO <sub>2</sub> вблизи российских городов по спутниковым данным ОСО-2  | Никитенко А.А., Тимофеев Ю.М., Виротайнен Я.А., Березин И.А.                            | 16:45-17:00 |
| 22.              | Радиофизические характеристики облаков со смерчами   | Михайловский Ю.П., Попов В.Б., Синькевич А.А., Абшаев А.М., Горопова М.Л., Кашлева Л.В. | 17:00-17:15 |
| 23.              | Исследование влияния астрономических факторов на формирование естественных климатических сезонов в различных географических районах Земли  | Алехин С.Г., Иванов Р.Д.  | 17:15-17:30 |
| 24.              | Вклад южносиноптического процесса 25-27 ноября 2019 г. в перенос водяного пара в тихоокеанский сектор Арктики                              | Гурвич И.А., Пичугин М.К., Хазанова Е.С., Хворостовский К.С.                            | 17:30-17:45 |
| 25.              | Климатические факторы, влияющие на толщину льда Каспийского моря и методические указания по прогнозированию его нарастания                 | Наурузбаева Ж.К., Лобанов В.А.  | 17:45-18:00 |
| 26.              | Результаты сравнительных наблюдений автоматической метеостанции со стационарными наблюдениями на метеоплощадке Куйган                      | Чередниченко А.В., Чередниченко А.В., Чередниченко В.С., Пивненко Ю.А.                  | 18:00-18:15 |
| 27.              | Использование вегетационных индексов как индикаторов изменения климата Арктики на примере участка полуострова Таймыр                       | Петрова А.А., Демидионов М.Ю.   | 18:15-18:30 |
| 28.              | Проблемы гидрометеорологического обеспечения субъектов хозяйства Республики Беларусь в условиях неустойчивого климата                      | Лопух П.С., Гледко Ю.А., Давыденко О.В., Логинова Е.В., Ван Хао                         | 18:30-18:45 |
| 29.              | Валидация баз данных CAMS и трехмерного моделирования WRF-Chem содержания CO <sub>2</sub> вблизи Санкт-Петербурга                          | Неробелов Г.М., Тимофеев Ю.М., Смышляев С.П., Виротайнен Я.А., Макарова М.В., Фока С.Ч. | 18:45-19:00 |
| 30.              | Проблемы глобального изменения климата и его региональных проявлений в Республике Беларусь   | Кузьмич С.А.  | 19:00-19:15 |

| <b>Секция 1. Актуальные проблемы погоды и климата</b> |   |  |
|---|---|--|
| <b>СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ</b>                              |   |  |
| №   | Название доклада  | Авторы   |
| 1.  | Определение содержания CO <sub>2</sub> в тропосфере и стратосфере наземным ИК спектроскопическим методом  | Тимофеев Ю.М., Неробелов Г.М., Поберовский А.В.              |
| 2.  | Анализ условий образования обледенения в районе прогнозирования АМЦ Пулково   | Лисицына Е.А., Волобуева О.В.                                |
| 3.  | Условия возникновения турбулентности в зоне ответственности Коми АМЦ  | Размыслова В.В., Волобуева О.В.                              |
| 4.  | Синоптические процессы и явления погоды, влияющие на деятельность транспорта в Республике Башкортостан  | Волобуева О.В. Горохольская В.З., Топтунова О.Н.             |
| 5.  | Особенности термического режима холодного полугодия в районе национального парка «Ленские Столбы»   | Петрова А.Н., Ефимова Ю.В., Шишкина Т.Р.                     |
| 6.  | Научно-методический подход к совершенствованию прогностических алгоритмов краткосрочных прогнозов погоды  | Маслобойщиков А. Н., Серебрянский П. И., Веремьев Н. А.      |
| 7.  | Исследование термического режима Арктического региона на фоне настоящих климатических изменений   | Алимпиева М.А., Морозова С.В., Полянская Е.А., Кононова Н.К. |
| 8.  | Анализ повторяемости полярных мезовихрей в Баренцевом море на основании данных спутниковой съемки   | Федосеева Н.В., Лопуха В.О.                                  |
| 9.  | Формализация понятия «Климат»   | Арушанов М. Л.   |
| 10.   | Влияние достоверности результатов радиозондирования и прогноза параметров атмосферы на потребную заправку топливом при подготовке воздушного судна к полету | Болелов Э.А., Ермошенко Ю.М.                                 |
| 11.   | Турбулентный обмен в волновом слое атмосферы  | Булгаков К.Ю.  |
| 12.   | Обнаружение сдвигов ветра в секторах взлёта и посадки воздушных судов   | Галаева К.И., Болелов Э.А. , Фридзон М.Б                     |
| 13.   | Особенности полетов воздушных судов в районе ответственности АМСГ Краснодар   | Соколина А.П., Волобуева О.В.                                |
| 14.   | Исследование черноморской боры с использованием мезомасштабной гидродинамической модели WRF-ARW   | Зверько П.В., Анискина О.Г.                                  |
| 15.   | Особенности межгодовой изменчивости увлажнения на европейской территории России   | Малинин В.Н., Гордеева С.М., Кулешова А. В.                  |
| 16.   | Особенности климатических изменений в условиях освоения газовых месторождений северо-запада Сибири  | Кошкина А.С., Топтунова О.Н                                  |
| 17.   | Метод прогнозирования опасных явлений погоды на основе технологий искусственных нейронных сетей   | Яременко И.А., Готюр И.А., Мешков А.Н. , Рудь М.Ю.           |
| 18.   | Мониторинг формирования и распределения снежного покрова по климатическим зонам верховья трансграничной реки Пяндж  | Норматов П.И., Одинаев К. Н., Норматов И.Ш.                  |
| 19.   | Применение результатов климатических моделей для оценки проекций регионального климата  | Маммедов С.А., Лобанов В.А., Мамедова Н.А.                   |

|     |  |  |
|-----|--|--|
| 20. | Особенности использования метеорологических данных метеостанций, метеопостов и временных метеопунктов наблюдений при проведении гидрометеорологических изысканий | Алентьев Ю.Ю.  |
| 21. | Влияние изменений солнечной активности на глобальное облачное покрытие и вероятность возникновения пандемий  | Покровский О.М., Покровский И.О.   |
| 22. | Оценки вклада различных факторов в естественные колебания глобального климата  | Покровский О.М., Покровский И.О.   |
| 23. | Влажностное содержание воздуха при северном холодном вторжении   | Эргашева Ю.Х., Петров Ю.В., Эгамбердиев Х.Т.   |
| 24. | Современные подходы решения вопросов модернизации наблюдательной сети на территории СНГ на примере Армении   | Крылов А.Г., Шумихина А.В., Машталер О.В., Колбин В.А.   |
| 25. | Динамика опустынивания в территории Узбекистана  | Арипджанова Ф.А., Петров Ю.В., Эгамбердиев Х.Т.  |
| 26. | Оценка качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга по результатам эксплуатации автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха в 2019 году        | Азёмов Д.Т.  |
| 27. | Система взаимной конвертации баз данных различной структуры  | Перетятко Л.О.   |
| 28. | Воспроизведение арктического усиления в различных базах данных   | Латонин М.М., Бобылев Л.П., Башмачников И.Л., Дэви Р.  |
| 29. | Возможности искусственного создания двухслойной облачности в тропосфере для стимулирования атмосферных осадков   | Мазуров Г.И., Акселевич В.И.   |
| 30. | Анализ дифференциации экономического эффекта использования гидрометеорологической информации по видам экономической деятельности                                 | Рыбанова А.Ю., Фокичева А.А., Воробьева Л.Н.   |
| 31. | Влияние изменения климата на заболевания, связанные с водными объектами  | Рой В.   |
| 32. | Фоновые синоптические условия формирования орографических волн в тропосфере  | Федосеева Н.В., Ефимова Ю.В., Куроплина В.И.   |
| 33. | Сравнения различных оценок антропогенных эмиссий CO <sub>2</sub> мегаполиса Санкт-Петербурга   | Тимофеев Ю.М., Неробелов Г.М., Виролайнен Я.А., Поберовский А.В., Фока С.Ч.  |
| 34. | Микроклиматические исследования: современные возможности и проблемы  | Воропай Н.Н.   |
| 35. | О новом подходе к оценке биометеорологических условий комфортности для туристической отрасли   | Холматжанов Б.М., Петров Ю.В., Абдикулов Ф.И., Абдикулова М.Р., Сайпидинов З.Ф., Сафаров Ф.Б., Махмудов И.М., Абдулахатов Э.И. |
| 36. | Изменение гидротермических условий на территории Республики Башкортостан в период 1966-2015 гг   | Галимова Р.Г.  |
| 37. | Оценка ветрового режима, достигающего критериев неблагоприятных и опасных условий погоды на территории Краснодарского края                                       | Иошпа А.Р., Гежа Н.А.  |
| 38. | Анализ условий формирования и режима осадков по территории Республики Узбекистан   | Хамдамова Г.М., Дергачёва И.В.   |
| 39. | К вопросу формирования начальной стадии образования зародышей облачных частиц  | Имамджанов Х.А.  |

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 40. | Проявление современного изменения климата на региональном уровне  | Лобанов В.А., Маммедов С.А.,<br>Наурызбаева Ж.К., Григорьева А.А.                                     |
| 41. | Воздействие разномасштабных климатических изменений на культурное и историческое наследие Соловецких островов   | Багрянцев М.В., Священников П.Н.,<br>Осипова Т.Н.   |
| 42. | Оценка влияния Северо-Атлантического колебания (САК) на циркуляционный режим тропосферы в летний период   | Неёлова Л.О., Гудвезер Т.П.   |
| 43. | Особенности воспроизведения изменчивости снегозапасов Восточно-Европейской равнины данными спутниковой информации (на примере продукта GlobSnow (SWE))  | Китаев Л.М., Титкова Т.Б.   |
| 44. | Исследование изменчивости свойств грунтов в процессе сезонных колебаний климата   | Масликова О.Я., Грицук И.И.,<br>Дебольский В.К., Ионов Д.Н.   |
| 45. | Климатические особенности и климатообразующие факторы Памира и их вклад в формирование снежно-ледовых и водных ресурсов зон формирования речных систем  | Норматов И.Ш., Муминов А.О.,<br>Норматов П.И.   |
| 46. | Некоторые особенности изменений регионального климата на примере оценки условий увлажнения юго-востока западной Сибири на основе изучения периодов недостаточного увлажнения с помощью создания региональных банков данных их характеристик | Немировская Л.Г.  |
| 47. | Региональные проявления глобального потепления климата (на примере Приволжского федерального округа)  | Переведенцев Ю.П., Шерстюков Б.Г.,<br>Шанталинский К.М., Мирсаева Н.А.,<br>Мягков М.А., Аухадеев Т.Р. |
| 48. | Возможности использования метеорологической информации в здравоохранении  | Головина Е.Г., Носков С.Н.,<br>Подгайский Э.В., Ступишина О.М.,<br>Тенилова О.В., Черемных А.В.       |

| <b>Секция 2. Гидрология и океанология от Арктики до Антарктики: теория и практика</b><br>1 корпус РГГМУ, Малоохтинский, пр., 98, к.1., здание ЛСО, конференц-зал<br>Модератор: <b>Хаустов Виталий Александрович</b> , к.т.н., доцент, заведующий кафедрой инженерной гидрологии РГГМУ<br>Модератор: <b>Малинин Валерий Николаевич</b> , д.г.н., профессор, профессор кафедры Прикладной океанографии МОК ЮНЕСКО и охраны природных вод РГГМУ<br>УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ |   |   |             |
|--|---|---|-------------|
| №  | Название доклада  | Авторы  | Время       |
| 1.   | Исследование влияния растворенного органического вещества на первичную продукцию на основе модели SPBEM-2   | Владимирова О.М.,<br>Еремина Т.Р., Исаев А.В.,<br>Рябченко В.А., Савчук О.П.  | 10:00-10:15 |
| 2.   | Термохалинная адвекция через Датский пролив   | Кирилова А.А.,<br>Гордеева С.М.   | 10:15-10:30 |
| 3.   | Влияние североатлантических и северотихоокеанских вод на формирование водных масс в Арктических морях по данным экспедиционных наблюдений в 2014 и в 2019 гг.                                   | Аверкиев А.С.,<br>Татаренко Ю. А.   | 10:30-10:45 |
| 4.   | Распределение микропластика в океанической толще Арктики  | Педченко А.П.,<br>Блиновская Я.Ю.   | 10:45-11:00 |
| 5.   | Воспроизведение гидротермодинамических характеристик Невской губы в период штормового нагона 1-2 октября 2019 года моделью INMOM: с учетом закрытия створов комплекса защитных сооружений и без | Захарова Е.В., Фомин В.В.,<br>Дианский Н.А.,<br>Ладохина Е.М.,<br>Рубинштейн К.Г.                                     | 11:00-11:15 |
| 6.   | Использование материалов дистанционного зондирования в рыбохозяйственных целях на Дальневосточном бассейне  | Самко Е.В., Новиков Ю. В.,<br>Никитин А.А.,<br>Муктепавел Л.С.,<br>Цыпышева И. Л.,<br>Капштер А.В.,<br>Гостренко Л.М. | 11:15-11:30 |
| Перерыв 15 минут   |   |   |             |
| 7.   | Исследование изостерических поверхностей в Лофотенской котловине Норвежского моря на основе данных реанализа GLORYS   | Новоселова Е.В.,<br>Белоненко Т.В.  | 11:45-12:00 |
| 8.   | Краткосрочный прогноз уровня моря на базе методов деревьев решений и леса деревьев  | Яговкина Е.А.,<br>Хаймина О.В., Кубышкин<br>Н.В.  | 12:00-12:15 |
| 9.   | К вопросу о сезонной динамике форм азота и фосфора в Куршском заливе (Юго-Восточная Балтика)  | Таран В.С., Королева Ю.В.   | 12:15-12:30 |
| 10.  | Визуализация данных программы АРГО в морях Арктики и Субарктики   | Честнов А.И.,<br>Простакевич К.С.,<br>Абрамова А.Л.,<br>Абрамов В.М.,<br>Санина Ю.П.                                  | 12:30-12:45 |
| 11.  | Инновационный потенциал развития прибрежных территорий Крыма в рамках реализации стратегии устойчивого развития   | Горбунов Р.В.,<br>Андреев Т.И.,<br>Корнийчук Ю.М.   | 12:45-13:00 |
| 12.  | Изменчивость сезонного хода ледовитости моря Лаптевых с 1940х гг. XX века.  | Тимофеева А.Б., Юлин А.В.   | 13:00-13:15 |
| Обед 13:15-14:30   |   |   |             |
| 13.  | Спутниковый мониторинг интенсивного «цветения» вод Желтого моря   | Швед Я.В., Фролова Н.С.   | 14:30-14:45 |

|                  |   |  |             |
|------------------|---|--|-------------|
| 14.              | Состояние и проблемы совершенствования системы гидрографического районирования устьевых регионов Российской Арктики       | Иванов В.В.,<br>Третьяков М.В.,<br>Харлампьева Н.К.              | 14:45-15:00 |
| 15.              | Геоинформационная система для поддержки мониторинга и прогнозирования гидрологического режима рек бассейна Северной Двины | Казаков Э.Э.,<br>Горошкова Н.И.,<br>Георгиевский Д.В.            | 15:00-15:15 |
| 16.              | Оценка процессов формирования водного баланса по данным станций Нижнедевицкая и Каменная степь                            | Марков М. Л.,<br>Журавин С. А.,<br>Гуревич Е. В.                 | 15:15-15:30 |
| 17.              | Неучтенный сток на ГТС небольших и малых водохранилищ и его оценка  | Сакович В.М.,<br>Чернышева Е.В.                                  | 15:30-15:45 |
| 18.              | Перемерзание рек в зоне многолетней мерзлоты в условиях изменения климата   | Лебедева Л.С.  | 15:45-16:00 |
| 19.              | Ледовый режим реки Онега и особенности его прогнозирования  | Сумачев А.Э.,<br>Банщикова Л.С.                                  | 16:00-16:15 |
| Перерыв 15 минут |   |  |             |
| 20.              | Разномасштабная изменчивость уровней воды Ладожского озера  | Давыденко Е.В.,<br>Мякишева Н.В.                                 | 16:30-16:45 |
| 21.              | Влияние климатических изменений на водность навигационного периода Северной Двины   | Дрегваль М.С.,<br>Сикан А.В.                                     | 16:45-17:00 |
| 22.              | Оценка чувствительности генетических составляющих речного стока к изменениям климата                                      | Сучкова К.В.   | 17:00-17:15 |
| 23.              | Статистические методы гидрологических расчетов при отсутствии данных наблюдений и их реализация в виде ГИС-технологий     | Лобанов В.А.   | 17:15-17:30 |
| 24.              | Гидравлическое моделирование способов защиты от размыва берегов Нижней Кубани   | Клауен А.Б.,<br>Копалиани З.Д.,<br>Месерлянс Г.Г.                | 17:30-17:45 |
| 25.              | Моделирование двухфазного массопереноса большого водохранилища  | Рахуба А.В.,<br>Шмакова М.В.,<br>Кондратьев С.А.                 | 17:45-18:00 |
| 26.              | Русловые деформации рек Приильменской низменности на примере реки Порусья   | Виноградов И.А.,<br>Обязов В.А.                                  | 18:00-18:15 |
| 27.              | Диффузное загрязнение р. Волга нефтепродуктами на участке Бурнаковской низины в Нижнем Новгороде                          | Кучмин А.В., Обязов В.А.,<br>Подлипский И.И.,<br>Виноградов А.Ю. | 18:15-18:30 |
| 28.              | Оценка степени загрязненности речных вод территории Бованенковского НГКМ  | Еремеева А.О.,<br>Бобровицкая Н.Н.                               | 18:30-18:45 |
| 29.              | Доступ к гидрологическим данным как необходимый элемент исследований: проблемы и пути решения                             | Белякова П.А.,<br>Каспрва Ю.А.                                   | 18:45-19:00 |

| <b>Секция 2. Гидрология от Арктики до Антарктики: теория и практика<br/>СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ</b> |   |  |
|---|---|--|
| №   | Название доклада  | Авторы   |
| 1.  | Исследование распределения биогенных элементов в Кандалакшском заливе Белого моря в летний период по натурным данным  | Кирилова А.А., Фролова Н.С.                                  |
| 2.  | Исследование краевых эффектов шельфовой зоны при трансформации полностью нелинейных внутренних волн   | Шишкина О.Д.   |
| 3.  | Динамика мезомасштабных вихрей на границах Лофотенской котловины  | Наумов Л.М., Гордеева С.М.                                   |
| 4.  | Система морских оперативных и ретроспективных расчетов гидрометеорологических характеристик и параметров морского льда для западных морей российской Арктики  | Дианский Н.А., Фомин В.В., Панасенкова И.И., Кабатченко И.М. |
| 5.  | Термохалинная адвекция через Датский пролив   | Кирилова А.А., Гордеева С.М.                                 |
| 6.  | Межгодовая и сезонная изменчивость мезомасштабных вихрей Лофотенской котловины на основе спутниковых данных   | Травкин В.С., Белоненко Т.В.                                 |
| 7.  | Результаты кластерного анализа колебаний уровня моря у мыса Каменный  | Яговкина Е.А., Хаймина О.В., Кубышкин Н.В.                   |
| 8.  | Оценка (бывшего и современного) состояния мониторинга Росгидромета, роль Гидрометслужбы Каспийской флотилии, филиалов институтов РАН и отделений РГО в обеспечении безопасности мореплавания и деятельности морских отраслей на Каспийском море | Бухарицин П.И.   |
| 9.  | О влиянии естественных и антропогенных факторов на эволюцию литосистемы Калининградского залива Балтийского моря  | Чечко В.А., Топчая В.Ю., Кривошлык П.Н., Пугачёва Т.Л.       |
| 10.   | Антропогенное влияние на гидрологический режим рек Республики Молдова   | Казак В.Я.   |
| 11.   | Оценка максимального дождевого стока для внешнего водосбора полигона ТБО «Ленино» Республики Крым   | Еремеева А.О., Кучеренко О.Е., Аксянов Т. М.                 |
| 12.   | Некоторые проблемы водопользования в Центральной Азии   | Самиев А.М., Мухаббатов Х.М.                                 |
| 13.   | Ледниковый сток в бассейне Аральского моря  | Мягков С.В., Гавриленко Н.Н., Гофуров Т.К.                   |
| 14.   | Значение ледников Памира в условиях изменения климата   | Мухаббатов Х. М.   |
| 15.   | Климатические особенности и климатообразующие факторы Памира и их вклад в формирование снежно-ледовых и водных ресурсов зон формирования речных систем  | Норматов И.Ш., Муминов А.О., Норматов П.И.                   |
| 16.   | Расчет слоя стока весеннего половодья на неизученных реках Арктической Чукотки  | Ушаков М.В.  |
| 17.   | Распределение озер и водохранилищ Республики Узбекистан в разрезе Бассейновых Управлений Ирригационных систем   | Дергачёва И.В., Царёв Б.К.                                   |
| 18.   | Влияние климатических изменений на водность навигационного периода Северной Двины   | Дрегваль М.С., Сикан А.В.                                    |
| 19.   | Анализ гидроклиматических характеристик рек бассейна Северной Двины   | Горошкова Н.И., Георгиевский Д.В.                            |
| 20.   | Оценка прозрачности воды Ладожского озера по спутниковым снимкам  | Баранова А.Р., Решин Н.А., Тимофеева Л.А.                    |
| 21.   | К вопросу исследования гидрометеорологических рядов методами фрактального анализа   | Волчек А.А., Сидак С.В.                                      |
| 22.   | Прогнозные оценки речного стока на основе гибридной модели EMD-ARIMA  | Волчек А.А., Сидак С.В.                                      |

|     |   |  |
|-----|---|--|
| 23. | О методах и методиках прогноза стока горных и полугорных рек  | Батмазова А.А.   |
| 24. | Моделирование, расчет и визуализация динамики норм снегозапасов в бассейне реки Чирчик  | Карандаева Л.М.,<br>Карандаев С.В.                     |
| 25. | Методология частично инфинитной гидрологии  | Гайдукова Е.В.,<br>Хаустов В.А.,<br>Викторова Н.В.     |
| 26. | Состояние геодезического обеспечения гидрологических наблюдений в арктической зоне РФ   | Терехова Р. А.   |
| 27. | Современные проблемы в оценке гидравлических сопротивлений  | Векшин А.К., Векшина Т.В.,<br>Большаков В.А.           |
| 28. | Методика описания речных излучин  | Исаев Д.И., Баскакова А.И.,<br>Иванова О.И, Лагай Н.В. |
| 29. | Комплексные инженерно-гидрометеорологические изыскания для определения статуса водного объекта  | Аксянов Т. М.,<br>Кучеренко О. Е.,<br>Шкарбанов Р.И.   |
| 30. | Неявная разностная схема на произвольном множестве расчетных точек для решения уравнений Навье-Стокса   | Веретенников В.Н.                                      |
| 31. | Новый упрощенный способ вычисления интегралов с алгебраическими особенностями квадратурных формул необходимых для решения линейных интегральных уравнений Фредгольма второго рода, получаемых в теории фильтрации | Егоров А. Д., Петров Н.Г.,<br>Потапова И. А.           |
| 32. | Загрязнения поверхностных вод Ташкентской области стойкими хлорорганическими пестицидами  | Исабеков С.Р.,<br>Нишонов Б.Э., Разикова И.Р.          |
| 33. | Современная гидрохимическая характеристика рек Ферганской долины Республики Узбекистан  | Разикова И.Р., Нишонов Б.Э.                            |
| 34. | Расчет поверхностного стока с откосов золошлакоотвала для обоснования мероприятий по его отведению  | Зайцева И.В., Фролов А.Н.                              |
| 35. | Загрязнение реки Чирчик биогенными веществами   | Ахмедова Т.А.,<br>Видинеева Е.М.,<br>Гафуров А.А.      |
| 36. | Физико-химические особенности формирования качества вод городских рек   | Веницианов Е.В.,<br>Воронина К.П.                      |
| 37. | Сток и вынос биогенных элементов с лесных водосборов Карелии при разных сценариях вырубки леса  | Кондратьев С.А.,<br>Карпечко Ю.В.,<br>Шмакова М.В.     |
| 38. | Роль геоинформационных систем в образовательном процессе специалиста гидрометеорологии  | Голосовская В.А.,<br>Лагай Н.В., Исаев Д.И.            |
| 39. | Анализ методов дистанционного зондирования для изучения солености воды арктических морей  | Позднякова В.В.,<br>Кустикова М.А.                     |
| 40. | Особенности весеннего разрушения ледяного покрова в Охотском море   | Малуша А.П., Царев В.А.                                |
| 41. | Картографическое представление основных айсбергопродуцирующих районов Карского и Баренцева морей по спутниковым данным 2010 – 2019 гг.  | Платонова Е.В.   |
| 42. | О вопросах мониторинга нефтяных загрязнений при измерениях углеводородов в Баренцевом море  | Александрова А.Г.,<br>Немировская И.А.,<br>Иванов А.И. |

| <b>Секция 3. Экосистемы в условиях глобальных изменений</b>  |  |   |             |
|--|--|---|-------------|
| 4 корпус РГГМУ, Рижский пр., 11, актовЫй зал, ауд. 409, ауд. 406, ауд. 408   |  |   |             |
| Модератор: Дроздов Владимир Владимирович, к.г.н., доцент, Заведующий кафедрой Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности РГГМУ |  |   |             |
| УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ   |  |   |             |
| №  | Название доклада   | Авторы  | Время       |
| 1.   | Функциональная структура макрозообентоса Черного моря как ключевой индикатор оценка состояния морской экосистемы                   | Любимов И.В.,<br>Колючкина Г.А., Семин В.Л.   | 10:00-10:15 |
| 2.   | Влияние климатических изменений в дальневосточных морях на морские экосистемы и промысловые ресурсы                                | Зуенко Ю.И.   | 10:15-10:30 |
| 3.   | Состояние и перспективы использования морских природных ресурсов во Вьетнаме   | Доан Тхи Нга,<br>Фам Нгок Линь,<br>Нгуен Тхи Няп,   | 10:30-10:45 |
| 4.   | Региональные тенденции и закономерности влияния климатических изменений на компоненты экосистем внутренних море Европы             | Дроздов В.В.  | 10:45-11:00 |
| 5.   | Экологическое состояние и негативные последствия эвтрофирования в водах юго-восточной Балтики, Вислинском и Куршском заливах       | Александров С.В.  | 11:00-11:15 |
| 6.   | Новые технические и программные решения для комплексной оценки параметров фотосинтеза микроводорослей в экологическом мониторинге  | Тарас Антал, Иван Конюхов,<br>Алена Волгушева, Сергей Хрущев, Татьяна Плюснина,<br>Алексей Соловченко | 11:15-11:30 |
| 7.   | Использование скрининговых биотестов для оценки влияния объекта прошлого экологического ущерба на почвенный покров прибрежной зоны | Бардина Т.В., Чугунова М.В.,<br>Бардина В.И.  | 11:30-11:45 |
| Перерыв 15 минут   |  |   |             |
| 8.   | Многолетняя изменчивость распределения промысловых скоплений трески в Баренцевом море  | Кивва К.К.  | 12:00-12:15 |
| 9.   | Потенциальные проблемы качества водных ресурсов северо-запада РФ на примере загрязнения микропластиком                             | Гузева А.В., Иванова Е.В.,<br>Зеленковский П.С.,<br>Тихонова Д.А.                                     | 12:15-12:30 |
| 10.  | Особенности влияния сточных вод на малую городскую реку Волковку: геоэкологические и нормативно-правовые аспекты                   | Клубов С.М.,<br>Третьяков В.Ю.,<br>Дмитриев В.В.  | 12:30-12:45 |
| 11.  | Определение индекса уязвимости береговой зоны восточной части Финского залива (Балтийское море) к абразионным процессам            | Ковалева О.А., Сергеев А.Ю.,<br>Рябчук Д.В.   | 12:45-13:00 |
| 12.  | Оценка загрязненности металлами поверхностных вод заповедников   | Малышева Н.А., Фрумин Г.Т.  | 13:00-13:15 |
| 13.  | Мониторинг водных экосистем как метод познания их эволюции и организации природопользования.                                       | Шилькрот Г.С.   | 13:15-13:30 |
| Обед 13:30-14:30   |  |   |             |
| 14.  | Плавни восточной части Финского залива: проективное покрытие биотопов водной растительностью                                       | Жигульский В.А.,<br>Паничев В.В.,<br>Шуйский В.Ф.,<br>Чебыкина Е.Ю.,<br>Булышева М.М.                 | 14:30-14:45 |

|                  |   |  |             |
|------------------|---|--|-------------|
| 15.              | О постоянстве кислорода в истории Земли   | Голубчиков Ю.Н.  | 14:45-15:00 |
| 16.              | Динамика временных изменений биогенной нагрузки на водоемы в условиях различных видов антропогенных воздействий | Паршина Т.В.,<br>Потапова Т.М.,<br>Федорова И.В.,<br>Трушевский В.Л.   | 15:15-15:30 |
| 17.              | Изменение климата, природные пожары и выявление ресурсных облаков для борьбы с ними.                            | Акселевич В.И.,<br>Мазуров Г.И.  | 15:30-15:45 |
| Перерыв 15 минут |   |  |             |
| 18.              | Изменение агрометеорологических параметров Архангельской области в условиях глобального потепления              | Шибанова Д.Н.  | 16:30-16:45 |
| 19.              | Влияние долговременных климатических изменений на состояние арктической экосистемы                              | Хохлова Н.П.,<br>Мандрыка О.Н.   | 16:45-17:00 |
| 20.              | Воздействие радиационного загрязнения на экологию европейской части Арктики                                     | Яковлева Т.Ю.,<br>Дьяченко Н.В., Косцов В.В.,<br>Бобровский А.П.,<br>Михтеева Е.Ю.,<br>Потапова И.А.,<br>Скобликова А.Л.,<br>Хлябич П.П. | 17:00-17:15 |

| <b>Секция 3. Экосистемы в условиях глобальных изменений<br/>СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ</b> |  |   |
|---|--|---|
| №   | Название доклада   | Авторы  |
| 1.  | Математическое моделирование овражной эрозии   | Сидорчук А.Ю.   |
| 2.  | Фитопланктон озера Долгое в весенне-летний период 2019 года (Псковская область)  | Кек И.В., Дрозденко Т.В.  |
| 3.  | Межгодовая динамика летнего фитопланктона дельты реки Великой (Псковская область)  | Дрозденко Т.В.  |
| 4.  | Исследование воздействия антропогенных факторов на фотосинтез лишайников для применения в экологическом мониторинге  | Слепнёва В.О., Лихачева О.В., Волгушева А.А., Антал Т.К.                    |
| 5.  | Микроклиматические особенности естественных и техногенных ландшафтов на севере Западной Сибири   | Соромотин А.В., Коленникова Т.А., Амо П.Д.                                  |
| 6.  | Методология выбора параметров водных объектов для интегральной оценки их экологического статуса на основании имитационного моделирования                     | Третьяков В.Ю., Дмитриев В.В., Клубов С.М.                                  |
| 7.  | Поступление тяжелых металлов с атмосферными осадками в Вислинский и Куршский заливы Балтийского моря   | Топчая В.Ю., Чечко В.А., Котова Е.И.  |
| 8.  | Использование мхов <i>Hylocomium splendens</i> и <i>Pleurozium schreberi</i> для оценки атмосферных осаданий ПАУ в Калининградской области                   | Рамазанов Б.В., Королева Ю.В.   |
| 9.  | Мониторинг берегов рек в рамках государственного мониторинга водных объектов: современное состояние и перспективы развития                                   | Школьный Д.И., Завадский А.С.   |
| 10.   | Динамика гидротермических параметров за десять лет (2010-2019) (По данным ГМС «Геберда»).  | Багрова Т.Н.  |
| 11.   | Экологический анализ Чирчик-Ахангаранского бассейнов и сопоставление с нозогеографической ситуацией в Ташкентской области                                    | Тилляходжаева З.Д., Махмудова К.Ш.  |
| 12.   | Специальные вопросы обработки данных о качестве поверхностных вод  | Урусова Е.С., Шелутко В.А.  |
| 13.   | Эмиссии ПГ от использования технологий в транспорте по снижению отработанных газов в Казахстане  | Чередниченко А. В., Чередниченко А. В., Чередниченко В.С., Джайлаубеков Е.А |
| 14.   | Экологические аспекты освоения Арктики   | Шевчук А.В.   |
| 15.   | Сообщества зоопланктона и зообентоса Туябугузского водохранилища   | Саидмахмудова Л. А., Нишонов Б.Э.   |
| 16.   | Распределение выбросов макроводорослей на российской части морского побережья Калининградской области в зависимости от трофности прибрежных вод              | Горбунова Ю.А., Александров С.В.  |
| 17.   | Мониторинг сохранности природных экосистем как информационная база экодиагностики регионального уровня (на примере криолитозоны европейского северо-востока) | Осадчая Г.Г., Дудников В.Ю., Быкова М.В.                                    |

**Секция 4. Техносферная безопасность и информационные технологии в сфере охраны  
 окружающей среды**

1 корпус РГГМУ, Малоохтинский пр., 98, ауд. 308

Модераторы: **Татарникова Татьяна Михайловна**, д.т.н., доцент, директор Института  
 информационных систем и геотехнологий РГГМУ

**УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ**

| №                | Название доклада  | Авторы   | Время       |
|------------------|---|--|-------------|
| 1.               | Техносферная безопасность общественно-делового комплекса «Лахта-Центр»  | Абрамов В.М.,<br>Истомин Е.П., Михеев В.Л.,<br>Шилин М.Б., Коузов С.А.,<br>Леднова Ю.А.              | 10:00-10:15 |
| 2.               | Дифференцированная оценка влияния ТЭЦ на качество воздуха больших городов   | Колесникова Е.В.,<br>Голокова А.В.   | 10:15-10:30 |
| 3.               | Разработка рекомендаций по уменьшению биогенного и органического загрязнения реки Новая (Санкт-Петербург)             | Терехов А.В.,<br>Обломкова Н.С.,<br>Игнатьева Н.В.,<br>Кондратьев С.А.                               | 10:30-10:45 |
| 4.               | Состояние и перспективы развития работ по защите от заморозков  | Бычков А.А., Корнеев В.П.,<br>Частухин А.В.,<br>Платонов Н.А.,<br>Доронин А.П.                       | 10:45-11:00 |
| 5.               | Анализ динамики потерь нефтепродуктов от больших дыханий в течение 2018 года на примере Республики Башкортостан       | Тараканов Д.А.,<br>Елизарьев А.Н.,<br>Тараканов Д.А.   | 11:00-11:15 |
| 6.               | Разработка модели обеспечения безопасности пожарного при тушении пожаров на опасных производственных объектах         | Бурлов В.Г.,<br>Шершнева А.И.,<br>Шавуров С.А.   | 11:15-11:30 |
| Перерыв 15 минут |   |  |             |
| 7.               | Вопросы экологической безопасности в проливе Карские ворота   | Шаронов А.Ю.,<br>Шматков В.А.  | 11:45-12:00 |
| 8.               | Методы обеспечения пожарной безопасности в лесах  | Бурлов В.Г.,<br>Шавуров С.А.,<br>Шершнева А.И.   | 12:00-12:15 |
| 9.               | Техносферная безопасность при геоинформационном управлении производством по делам об административных правонарушениях | Миронов А.Ю.,<br>Миронова А.Ю.   | 12:15-12:30 |
| 10.              | Прогнозирование экологических рисков при разработке арктических месторождений на основе решения задач микросейсмики   | Дьяченко Н.В.,<br>Яковлева Т.Ю.,<br>Михтеева Е.Ю.,<br>Потапова И.А.,<br>Дьячук Э.И.,<br>Тиханов А.В. | 12:30-12:45 |
| 11.              | Наблюдения за уровнем подземных вод. Возможности реализации наблюдений в сети мониторинга природной среды             | Матафонов Е.П.   | 12:45-13:00 |
| 12.              | Проблема аналитического определения фоновой засветки  | Дьяченко Н. В.,<br>Потапова И. А.,<br>Скобликова А. Л.,<br>Яковлева Т. Ю.                            | 13:00-13:15 |
| Обед 13:15-14:30 |   |  |             |
| 13.              | Результаты мониторинга микроземлетрясений в районе нефтегазовых структур в акватории Северного Каспия                 | Ковачев С.А.,<br>Крылов А.А.   | 14:30-14:45 |

|                  |   |  |             |
|------------------|---|--|-------------|
| 14.              | Система геодинимического мониторинга морского нефтегазового месторождения им. Ю. Корчагина (Северный Каспий)                        | Ковачев С.А.,<br>Крылов А.А.,<br>Иванов В.Н.,<br>Тимашкевич Г.К.                     | 14:45-15:00 |
| 15.              | Использование методов экологического картографирования как мера сохранения экосистемы ладожского озера и предупреждения загрязнений | Лагай Н.В., Пронив Е.Н.  | 15:00-15:15 |
| 16.              | Структура ГИС «Карст Южного Урала и Предуралья»   | Дурнаева В.Н.  | 15:30-15:45 |
| 17.              | Виртуальная скважина как элемент проектирования водоснабжения пользователей за счет подземных вод                                   | Куприянова А.Е.,<br>Михневич Г.С.,<br>Гриценко В.А.                                  | 15:45-16:00 |
| 18.              | Разработка системы управления безопасностью электрических сетей на основе применения геоинформационных систем                       | Бурлов В.Г., Маньков В.Д.,<br>Полюхович М.А.   | 16:00-16:15 |
| Перерыв 15 минут |   |  |             |
| 19.              | Построение модели выноса биогенных элементов с водосбора с применением ГИС-технологий для рек Ленинградской области                 | Коробченкова К.Д.,<br>Ершова А.А.  | 16:30-16:45 |
| 20.              | Совместный анализ атмосферных и геофизических процессов – основа управления сейсмическими рисками                                   | Боков В.Н., Лебедев С.В.   | 16:45-17:00 |
| 21.              | Методика проведения анализа возможной зоны затопления на основе спутниковой информации и специализированных интернет ресурсов       | Тимочкина Т.В.,<br>Татарникова Т.М.  | 17:00-17:15 |
| 22.              | Комплексный анализ гидросферы поймы реки  | Шадрина Т.М.,<br>Миклуш В.А., Краева Е.В.  | 17:15-17:30 |
| 23.              | Вирусные атаки в современном мире умных устройств   | Белянинова Е. Г.,<br>Богданов П. Ю.  | 17:30-17:45 |
| 24.              | Применение беспилотных летательных аппаратов в мониторинге последствий техногенных катастроф  | Сашенко К.О.,<br>Миклуш В.А., Краева Е.В.  | 17:45-18:00 |
| 25.              | Черный углерод как область исследований в рамках Арктического совета  | Абрамова А.Л.,<br>Простакевич К.С.,<br>Честнов А.И.,<br>Абрамов В.М.,<br>Санина Ю.П. | 18:00-18:15 |
| 26.              | Исследование изменчивости свойств грунтов в процессе сезонных колебаний климата   | Масликова О.Я.,<br>Грицук И.И.,<br>Дебольский В.К.,<br>Ионов Д.Н.                    | 18:15-18:30 |
| 27.              | Использование ГИС технологий для модернизации существующей системы мониторинга лесных пожаров на территории Псковской области       | Роголев А.И., Банарь С.А.  | 18:30-18:45 |

| <b>Секция 4. Техносферная безопасность и информационные технологии в сфере охраны окружающей среды</b> |  |   |
|--|--|---|
| <b>СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ</b>   |  |   |
| <b>№</b>   | <b>Название доклада</b>  | <b>Авторы</b>                                 |
| 1.   | Программа развития территориальной системы станций контроля загрязнения атмосферы                                      | Шагидуллин А.Р.                               |
| 2.   | Об угрозе гражданских беспилотных летательных аппаратов  | Веровкин С.А., Краева Е.В., Татарникова Т.М.  |
| 3.   | Воздействие световых нагрузок на экологию человека   | Скобликова А.Л., Дьяченко Н.В., Яковлева Т.Ю. |
| 4.   | Картирование зон береговой эрозии реки Вуоксы и перспективы мониторинга изменения берегов с применением ГИС технологий | Иванова Т.А., Кустикова М.А.                  |
| 5.   | Геоинформационная структура техногенной нагрузки бассейна р. Вахш (Республика Таджикистан)                             | Куватов И.А., Шишкин А.И., Рабизода Н.        |

| <b>Секция 5. Экономико-управленческие проблемы развития общества и проблемы правового урегулирования в экосфере</b>                                    |  |   |             |
|--|--|---|-------------|
| 1 корпус РГГМУ, Малоохтинский пр., 98, ауд. 206, 208   |  |   |             |
| Модератор: <b>Фирова Ирина Павловна</b> , д.э.н., профессор, зав. кафедрой Инновационных технологий управления в государственной сфере и бизнесе РГГМУ |  |   |             |
| <b>УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ</b>  |  |   |             |
| №  | Название доклада   | Авторы  | Время       |
| 1.   | Качество жизни и причины миграции северян-горожан (на примере Республики Коми)   | Минина О.Г.,<br>Минина А.И.                         | 10:00-10:15 |
| 2.   | Проблема своевременной актуализации нормативной базы экономического регулирования природоохранной деятельности                   | Хуснимарданов И.И.                                  | 10:15-10:30 |
| 3.   | К вопросу о введении энергетической утилизации в РФ  | Акимова К.С,<br>Афанасьев Д.А.                      | 10:30-10:45 |
| 4.   | Анализ дифференциации экономического эффекта использования гидрометеорологической информации по видам экономической деятельности | Рыбанова А.Ю.,<br>Фокичева А.А.,<br>Воробьева Л.Н.  | 10:45-11:00 |
| 5.   | Анализ трудовых показателей в Арктической зоне РФ как направление устойчивого развития   | Петрова Е.Е.  | 11:00-11:15 |
| 6.   | Особенности правового статуса опорных зон Арктической зоны Российской Федерации  | Арапов С.В.   | 11:15-11:30 |
| Перерыв 15 минут   |  |   |             |
| 7.   | Институционализация высотных и широтных природных различий в стратегическом планировании и региональном развитии России          | Гуля А.Н.,<br>Голубчиков Ю.Н                        | 11:45-12:00 |
| 8.   | Применение метода сценарного прогнозирования для повышения устойчивости экономики Арктических регионов: Мурманская область       | Ключникова Е.М.,<br>Маслобоев В.А.                  | 12:00-12:15 |
| 9.   | Организационные механизмы реализации арктической стратегии России  | Кондратов Н.А                                       | 12:15-12:30 |
| 10.  | О понятии гидрометеорологической безопасности  | Немченко С.Б. ,<br>Щербакова К.Р.                   | 12:30-12:45 |
| 11.  | Качество экологического законодательства как мера противодействия коррупции  | Никифорова Е.Н.                                     | 12:45-13:00 |
| 12.  | Роль минерально-сырьевых центров Арктической зоны РФ в обеспечении экологической безопасности территории                         | Палкин И.И.,<br>Редькина Т.М. ,<br>Окрушко В.Я.     | 13:00-13:15 |
| Обед 13:15-14:30   |  |   |             |
| 13.  | Проблемы потребления в современном мире  | Бубнова Я.В.,<br>Багдасарян А.А.,<br>Гнатенко К.В   | 14:30-14:45 |
| 14.  | Пересмотр стратегических решений при реализации инноваций в условиях изменения климата в Арктике                                 | Соломонова В.Н.,<br>Редькина Т.М.                   | 14:45-15:00 |
| 15.  | Обеспечение экологической безопасности функционирования зон с особым режимом хозяйствования                                      | Курочкина А.А.,<br>Лукина О.В.,<br>Бикезина Т.В.    | 15:15-15:30 |
| 16.  | Использование природно-ресурсного потенциала Гянджа-Газахского экономического района Республики Азербайджан                      | Курочкина А.А.,<br>Островская Е.Н.,<br>Вердиев Р.Р. | 15:30-15:45 |
| 17.  | Экономические преобразования в условиях экологизации экономики   | Курочкина А.А,<br>Семенова Ю.Е.                     | 15:45-16:00 |
| 18.  | Молодежное предпринимательство в условиях «зеленой» экономики  | Панова А.Ю.,<br>Семенов Р.И.                        | 16:00-16:15 |

| Перерыв 15 минут |   |                               |             |
|------------------|---|-------------------------------|-------------|
| 19.              | Проблемы обеспечения эколого-экономической безопасности Арктики   | Фирова И.П.,<br>Редькина Т.М. | 16:30-16:45 |
| 20.              | Политика адаптации народного хозяйства к изменению климата        | Яковлева Е.Н.                 | 16:45-17:00 |
| 21.              | Эколого-экономические аспекты четвертого энергетического перехода | Авраменко А.А.,<br>Алиев Р.А. | 17:00-17:15 |

**Секция 6. Научная коммуникация: проблемы, перспективы, формирование ключевых компетенций**

1 корпус РГГМУ, Малоохтинский, пр., 98, к.1., здание ЛСО, ауд. 12

Модератор: **Федорова Наталья Юрьевна**, к.п.н., доцент, директор Института Полярная академия РГГМУ

**УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ**

| №  | Название доклада  | Авторы                              | Время       |
|----|---|-------------------------------------|-------------|
| 1. | Использование жаргонной лексики в социополитическом дискурсе (по материалам современной прессы)                         | Троцюк С.Н.                         | 10:00-10:15 |
| 2. | Графическая организация материала в процессе чтения профессионально-ориентированных текстов.                            | Зайцева Е.В.                        | 10:15-10:30 |
| 3. | Виды аудирования и способы контроля сформированности аудитивных навыков при обучении иностранному языку в высшей школе. | Медко Е.А.                          | 10:30-10:45 |
| 4. | Роль английского языка в формировании профессиональной коммуникативной компетенции                                      | Дектерев С.Б.,<br>Осокина Н.Ю.      | 10:45-11:00 |
| 5. | Типология лексических переводческих ошибок как основа для разработки методики обучения переводу научных текстов         | Федорова Н.Ю.,<br>Ярмухамедова Ф.М. | 11:00-11:15 |
| 6. | Трансформация и контаминация паремий в современном языковом пространстве (структурно-семантический аспект)              | Травина Л.Е.                        | 11:15-11:30 |

**Учебно-Методический Совет  
 по направлению подготовки 05.00.05 «Прикладная  
 гидрометеорология»**

1 корпус РГГМУ, Малоохтинский пр., 98, ауд. 205

**Начало в 16:30**

Off-line и on-line

Модератор: **Подгайский Эдуард Валерьевич**, ст. преподаватель кафедры  
 Метеорологии климатологии и охраны атмосферы РГГМУ

**24 октября 2020 г.**

**Секция 8. Школа-конференция молодых ученых «ЭКОГИДРОМЕТ»**

4 корпус РГГМУ, Рижский пр., 11, акт. зал, ауд. 406, 408, 10:00-18:00

Модераторы: **Алексеев Денис Константинович**, к.г.н., зав.кафедрой Прикладной и системной экологии РГГМУ, **Зуева Надежда Викторовна**, к.г.н., доцент кафедры Прикладной и системной экологии РГГМУ,  
**ДОКЛАДЫ-ЛЕКЦИИ**

| №                       | Тема  | Автор  | Время       |
|-------------------------|---|--|-------------|
| 1.                      | Композитные индексы и их применение для оценки состояния природных и общественных систем и их эмерджентных свойств<br><b>Дмитриев Василий Васильевич, д.г.н., проф.</b> |  | 10:00-10:15 |
| 2.                      | Специальные вопросы обработки данных гидрохимических наблюдений<br><b>Урсова Елена Сергеевна, к.г.н.</b>  |  | 10:15-10:30 |
| <b>УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ</b>   |   |  |             |
| 1.                      | Апробация канадского индекса качества воды<br>ССМЕ WQI в условиях Северо-Запада Российской Федерации  | Белякова А.М.  | 10:30-10:45 |
| 2.                      | Интегральная оценка устойчивости трансформированных водоемов к изменению параметров режимов   | Одиноква К.Д.,<br>Примак Е.А.                          | 10:45-11:00 |
| 3.                      | Оценка влияния выбросов на сток биогенов по реке Великая  | Макарова М.А.,<br>Шелутко В.А.                         | 11:00-11:15 |
| 4.                      | Моделирование качества воды в прибрежной зоне моря  | Макаров К.Н.   | 11:15-11:30 |
| <b>Перерыв 20 минут</b> |   |  |             |
| 5.                      | Распределение концентрации хлорофилла «а» и оценка эвтрофирования вод восточной части Финского залива   | Киселева В.В.,<br>Логина Н.В.,<br>Александров С.В.     | 11:50-12:05 |
| 6.                      | Оценка эвтрофирования юго-восточной части Балтийского моря по концентрации хлорофилла «а» в августе 2020 г.   | Александров С.В.,<br>Бочерикова И.Ю.,<br>Марченко Е.И. | 12:05-12:20 |
| 7.                      | Оценка трофического статуса Балтийского моря в летний период 2020 г.  | Александров С.В.,<br>Муратова А.А.                     | 12:35-12:50 |
| 8.                      | Взвешенное вещество в береговой зоне Калининградского полуострова   | Бочерикова И.Ю.,<br>Муратова А.А.,<br>Бубнова Е.С.     | 12:50-13:05 |
| 9.                      | Исследование распределения морского мусора на побережье российской части Финского залива в 2019 году  | Ершова А.А.,<br>Кузьмина А.С.,<br>Миннигазимова Л.И.   | 13:05-13:20 |
| 10.                     | Распределение частиц микропластика в толще льда   | Лобчук О.И.,<br>Лазарюк А.Ю.,<br>Чубаренко И.П.        | 13:35-13:50 |

|                  |  |  |             |
|------------------|--|--|-------------|
| 11.              | Антропогенный мусор на побережье Калининградской области в 2019-2020 гг.: сигаретные фильтры                                   | Лобчук О.И., Есюкова Е.Е., Килесо А.В.             | 13:50-14:05 |
| Обед 14:05-15:00 |  |  |             |
| 12.              | Распределение тяжелых металлов в донных отложениях Калининградского залива Балтийского моря                                    | Ананян А.С., Ульянова М.О.                         | 15:00-15:15 |
| 13.              | Зависимость распределения металлов и полуметаллов в почвах о. Валаам от происхождения и минералогии материнских пород          | Русаков Г.А., Дмитричева Л.Е.                      | 15:15-15:30 |
| 14.              | Сравнительная оценка биологической активности разных типов почв  | Перевышина К.М.                                    | 15:30-15:45 |
| 15.              | Эколого-санитарное состояние родников Республики Мордовия  | Соколова И.С., Ямбушев А.Р., Гришуткин О.Г.        | 15:45-16:00 |
| 16.              | Зеленые насаждения как фактор снижения уровня риска для здоровья населения   | Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.К. | 16:00-16:15 |
| 17.              | Применение ГИС-технологий в подготовке комплексной политики озеленения городов России  | Меньшов К.В., Федорченко Л.Ю.                      | 16:15-16:30 |
| Перерыв 20 минут |  |  |             |
| 18.              | Аквапоника – альтернативный метод ведения сельского хозяйства  | Забелина А.В., Шошин А.В.                          | 16:50-17:05 |
| 19.              | Межгодовая изменчивость характеристик зоопланктона и ряда гидрохимических параметров оз. Лещевое (о. Валаам, Ладожское озеро). | Чернышев А.Н.                                      | 17:05-17:20 |
| 20.              | Макрофиты Коневских озер Валаамского архипелага  | Буэнаньо Б.Б.Б.                                    | 17:20-17:35 |
| 21.              | Оценка сапробности устьевой зоны р. Которосль по водным макрофитам   | Григорова Т.С.                                     | 17:35-17:50 |
| 22.              | Влияние изменения климата на термический режим рек бассейна Северной Двины   | Двоглазова К.С., Шелутко В.А., Горошкова Н.И.      | 17:50-18:05 |
| 23.              | Оценка системы управления с твердыми коммунальными отходами в г. Санкт-Петербурге  | Тимофеева А.И., Примак Е.А.                        | 18:05-18:20 |

| <b>Школа молодых ученых «ЭКОГИДРОМЕТ»,<br/>СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ</b> |   |  |
|--|---|--|
| №  | Название доклада  | Авторы                                   |
| 1.   | Исследование радиационного фона в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга   | Колинбет Л. В.                           |
| 2.   | Оценка трофического статуса Охтинского водохранилища  | Долгобородова Ю.А., Алексеев Д.К.        |
| 3.   | Оценка трофического статуса реки Охты   | Маскаева И.А., Алексеев Д.К.             |
| 4.   | Оценка зеленых насаждений Санкт-Петербурга по данным дистанционного зондирования  | Саргаева В.Ю., Алексеев Д.К., Бабин А.В. |
| 5.   | Оценка качества вод р. Славянки   | Козлова А.В.                             |
| 6.   | Оценка рекреационной нагрузки на ООПТ (Катунский Биосферный заповедник)   | Косатова А., Буэнаньо Б., Тимофеева А.   |
| 7.   | Оценка качества атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга в 2018 году  | Полонова К. А.                           |
| 8.   | Оценка загрязненности вод реки Ижора в летний период 2020 года  | Козлова А.В., Зуева Н.В.                 |
| 9.   | Сравнение лимнологических параметров оз. Сисьярви в точках антропогенного воздействия и свободных от него (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) | Панова Н.В., Воякина Е.Ю.                |
| 10.  | Агрохимические свойства луговых почв подверженных мелиорации  | Омелечко Д.А.                            |
| 11.  | Динамика температур лесных почв острова Валаам  | Семенов Д.А.                             |
| 12.  | Лимнологические особенности Коневских озёр Валаамского архипелага   | Котова А.К.                              |
| 13.  | Расчёт индекса Карлсона для озёр Валаамского архипелага   | Сергеева В.О., Воякина Е.Ю.              |

## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

**Мониторинг параметров наносов в водных объектах в современных условиях****Поздняков Ш.Р.<sup>1</sup>***<sup>1</sup> – ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,  
tbgmaster@mail.ru*

Аннотация. Важнейшей составной частью комплекса проблем, касающихся современного мониторинга водных объектов является оценка параметров наносов рек и озер. Решение данного вопроса требуется для реализации большинства инженерно-экологических задач. В современных условиях необходима их организация на новом качественном уровне. При этом количественное увеличение характеристик, расширение диапазонов их оценки, должно сочетаться с оптимизацией этих работ, активным внедрением автоматизированных систем оценки и моделирования. Для этого требуется активизация соответствующих научно-исследовательских разработок.

Ключевые слова: мониторинг водных объектов, наносы рек и озер, микропластик, плотность частиц, гранулометрический анализ.

Совершенствование системы мониторинга окружающей среды и гидрометеорологических данных в современных условиях в обязательном порядке должно предусматривать и усовершенствованную систему оценки параметров влекомых и взвешенных наносов водотоков, а также взвешенных наносов и донных отложений водоемов, как важнейших характеристик их гидрологического режима.

Интенсивное развитие работ по изучению параметров наносов в России фактически началось на рубеже 20 века. В середине столетия в СССР сформировалось несколько исследовательских школ, возглавлявшихся учеными с мировыми именами – Г.И.Шамовым, В.М.Маккавеевым, М.А.Великановым, В.Н.Гончаровым, А.В.Караушевым, Н.Е.Кондратьевым и др. [1, 2, 3, 4, 5]. При этом осуществлялся широкий обмен результатами исследований с зарубежными партнерами, которые всегда очень высоко ценили достижения советских ученых. Важно отметить, что теоретические разработки опирались не только на данные специализированных экспедиционных исследований, но и на материалы обширной гидрометеорологической сети, выполнявшей стандартные мониторинговые измерения. Из более 6000 гидрологических постов, существовавших на территории СССР, более чем на 1600 постах велись регулярные наблюдения за параметрами наносов [6]. С начала 90-х годов прошлого столетия на территории Российской Федерации количество постов с наблюдениями за наносами неуклонно снижалось - в 1992 году их было уже 830, в 1997 г. – 735, в 2000 г. – 727, к 2005 г. осталось 690. В настоящее время мониторинг наносов сведен практически к минимуму. По официальным данным, измерения параметров наносов, в современных условиях ведутся по достаточно упрощенной программе на 572 постах, при этом мутность измеряется на 539 постах, а гранулометрический анализ на 465 постах (данные на 31.12.2019 г.), из 2983 гидрологических постов, существующих на территории РФ [7].

В то же время практическая значимость информации о наносах водотоков и водоемов крайне велика. Оценка количественных параметров транспортируемых водотоками твердых частиц и режим этого транспорта определяет процессы формирования речных русел, заносимость каналов и различных гидротехнических сооружений. Искусственное воздействие на режим водного потока, при котором затрагивается транспорт твердых частиц, может привести к коренным изменениям речного русла с последующими непредвиденными последствиями. К сожалению, таких примеров великое множество. В этой связи, любое проектирование каких-либо гидротехнических сооружений на водных объектах требует тщательного учета режима транспорта

наносов с последующим моделированием его изменения после какого-либо техногенного вмешательства. Напрямую с вопросами транспорта наносов связаны проблемы заилиения водоемов, что определяет не только продолжительность существования каких-либо водохранилищ или прудов, но и условия эксплуатации, обеспечивающей эффективность их использования. Информация о транспорте и характеристиках наносов имеет большое значение для оценки экологического состояния водных объектов. Особенно для озер или водохранилищ, на которые замыкаются водосборные бассейны рек, выносящих твердый материал с обширных территорий. Именно взвешенные или влекомые наносы могут оказаться решающим фактором для принятия инженерных или управленческих решений. Примером может служить большая научно-исследовательская работа, выполненная в свое время Государственным гидрологическим институтом совместно с Институтом водных и экологических проблем СО РАН по оценке транспорта ртути, сорбированной на частицах взвешенных наносов на р.Катунь [8]. Эти исследования, по существу, предотвратили экологическую катастрофу в случае игнорирования этого процесса.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время проблема мониторинга транспорта наносов приобретает все большую актуальность. Данное обстоятельство связано со многими обстоятельствами. В частности, одной из причин является активное антропогенное внедрение в горные районы. Интенсивное строительство в горных районах новых гостиниц, баз отдыха, горнолыжных курортов и т.д. вызывает усиление процессов переноса наносов реками. Данные процессы, обусловлены появлением вследствие строительства, больших объемов легкоразмываемого рыхлообломочного материала. Это, в свою очередь, может вызвать активизацию селевых явлений. В качестве примера, можно привести район Красной поляны на р. Мзымта. Только весной 2020 г. здесь наблюдались 3 селя в нехарактерных для этого местах. Их появление может быть связано именно с интенсивным строительством. К счастью, все они пока были небольшого объема, но нет никакой гарантии, что в будущем их интенсивность и мощность не возрастет и не вызовет серьезных последствий.

При этом, как отмечалось выше, к сожалению, имеет место не расширение, а наоборот, сокращение мониторинговых работ, направленных на оценку стока и параметров наносов, как в количественном, так и в качественном отношении. Не вдаваясь в детали и причины этого процесса, следует отметить, что требуются серьезные научно-исследовательские проработки, которые позволили бы выполнить обоснованную оптимизацию и автоматизацию этих работ в сложившихся условиях и обеспечить требуемой информацией в необходимом объеме и качестве.

В частности, с учетом современного уровня возможностей, могут быть доработаны прототипы существовавших в свое время радиоповестителей селей, разработанных в Государственном гидрологическом институте [9]. Для оптимизации наблюдений за мутностью водных объектов может быть выполнена адаптация существующих мутномеров (или их доработка) для целей мониторинговых работ на сети Росгидромета [10]. При этом допустима некоторая потеря точности определения единичной мутности, компенсируемая большей частотой передаваемой информации. Безусловно, необходима полная или частичная автоматизация измерения расходов наносов. Все это требует специальной научно-исследовательской проработки в самое ближайшее время.

Наконец, требуется более активное внедрение расчетных моделей для оценки транспорта и стока наносов. Накопленный к настоящему времени исследовательский и практический материал в совокупности с принципиально новыми вычислительными возможностями позволяют обеспечить этот процесс. В этой связи, требуется специализированная целевая программа совместных работ, которая могла бы быть осуществлена силами структур Росгидромета совместно с профильными научно-исследовательскими институтами, в том числе Российской академии наук.

В рамках данных работ необходимо учесть современные реалии. Дело в том, что новые виды антропогенных воздействий или загрязнений вызывают и новые специфические особенности транспорта наносов. В качестве примера можно привести пластиковое, и как следствие, микропластиковое загрязнение. Опасность и актуальность этого вида загрязнений все острее

понимают во всем мире. Все активнее в эти исследования подключаются и российские специалисты, в частности, в РГГМУ создана целая специализированная лаборатория по исследованию микропластикового загрязнения. В Институте озероведения Российской академии наук также организовано соответствующее подразделение, которое активно сотрудничает с профильными специалистами из других институтов РАН – Институтом океанологии (Калининградское отделение), Лимнологическим институтом (Иркутск), Институтом водных и экологических проблем СО РАН (Барнаул) и другими. Дело в том, что данный вид загрязнения сопровождается стоком и отложением нового вида частиц искусственного происхождения – микропластических, к которым относят все виды пластических частиц размером менее 5 мм. С гидродинамической точки зрения – это такие же наносы, но имеющие другую, значительно меньшую, чем естественные частицы плотность и поэтому требующие несколько иных подходов к исследованию механизма их распространения.

Что касается плотности частиц в целом, то установившиеся представления должны быть, по нашему мнению, пересмотрены. Большинство формул, так или иначе связанных с расчетами характеристик наносов, в том числе их расходов, скоростей взвешивания или осаждения включают параметр плотности частиц. До последнего времени, несмотря на констатацию колебаний значений этого параметра, он принимался постоянным, и равным  $2.65 \text{ г/см}^3$ . Это значение вошло как константа во все классические монографии, учебники, методические указания и статьи [1, 5, 6, 10 и др.]. В соответствии с современными представлениями и с учетом вышесказанных замечаний о расширении видов частиц наносов необходимо данное положение пересмотреть. Предварительные специализированные исследования, проведенные учеными ИНОЗ РАН, показывают, что даже в пределах одного водного объекта значение плотности частиц может варьировать в существенных пределах. Соответственно требуется определенный пересмотр установившихся причинно-следственных связей и расчетных зависимостей. В настоящее время такие исследования ведутся на Ладожском озере и в ближайшее время появится первая детальная карта распределения этого параметра по дну этого водоема.

В целом, исследования транспорта и механизма взвешивания, перемещения и осаждения частиц, а также других характеристик наносов требуют перехода на новый уровень, опирающийся на результаты современных исследований, а также на новые программные и инструментальные возможности. В частности, например, требуется расширение диапазона анализируемых частиц наносов по крупности, т.е. гранулометрического состава частиц. Данный показатель считается одним из основных факторов, определяющих их водно-физические и механические свойства. Работы в этом направлении ведутся в настоящее время активно опять же специалистами ИНОЗ РАН. Дело в том, что в соответствии с существующей в классической отечественной гидрологии, а также на сети Росгидромета классификацией крупности, весь диапазон анализируемых частиц взвешенных и влекомых наносов, а также донных отложений разделяется на следующие фракции (табл.1) [5, 6, 9, 10, 11, 12]

Таблица 1. Классификация частиц наносов по их размерам  $d$  (мм)

| Подфракции | Фракции       |        |        |         |               |                 |                 |
|------------|---------------|--------|--------|---------|---------------|-----------------|-----------------|
|            | Валуны        | Галька | Гравий | Песок   | Пыль          | Ил              | Глина           |
| Крупные    | Больше<br>100 | 100-50 | 10-5   | 1.0-0.5 | 0.1-<br>0.05  | 0.010-<br>0.005 | Меньше<br>0.001 |
| Средние    |               | 50-20  | 5-2    | 0.5-0.2 | -             | -               |                 |
| Мелкие     |               | 20-10  | 2-1    | 0.2-0.1 | 0.05-<br>0.01 | 0.005-<br>0.001 |                 |

Распределение частиц по крупности выполняется либо (для частиц крупнее 1 мм) непосредственно по геометрическим размерам частиц, либо (для частиц мельче 1 мм) по гидравлической крупности  $u$  м/с. Определяющим геометрическим размером частицы наносов

является ее средний диаметр  $d$  мм, принимаемый как диаметр шара, эквивалентного частице по объему.

При этом на практике, в частности, на сети Росгидромета, применяется 4 метода разделения наносов по крупности [6, 12] – непосредственный обмер частиц (для диапазона размеров от 100 и более мм до 10 мм), использование сит (для диапазона размеров 1 - 10 мм), применение фракциометра (для диапазона размеров 0.05 – 1 мм) и использование пипеточной установки (для диапазона размеров 0.001 – 0.05 мм). Два последних метода, так называемые гидравлические, основаны на принципе осаждения частиц в стоячей воде. Таким образом, использование того или иного метода зависит от крупности анализируемых наносов. Эти же принципы накладывают и ограничение на их применимость, которая обусловлена скоростью осаждения частиц (гидравлической крупностью). Как показывают результаты экспериментальных исследований, скорость осаждения частиц размером 0.001 мм составляет 0.000 000 78 м/с, т.е. за сутки эти частицы оседают лишь на 6.7 см. [5]. Частицы меньшего размера могут не оседать вовсе, поддерживаясь в толще воды за счет броуновского движения. В этой связи оценка гранулометрического состава наносов и их дифференциация по размерам и осуществлялась только до крупности 0.001 мм. Частицы меньших размеров в соответствии с классификацией, принятой в системе Росгидромета, относились к фракции «глин» [11, 12] (табл.1). Такое ограничение имело место, как для стандартных мониторинговых работ, так и специализированных научных исследований.

Между тем, результаты последних исследований показывают, что информация о гранулометрическом составе частиц размером менее 1 мкм является очень важной в силу целого ряда их свойств. Прежде всего, такие частицы обладают очень высокой сорбционной активностью, в том числе к различным загрязнениям, тяжелым металлам и т.п. Далее, следует отметить значительную проникающую способность этих частиц. Например, для достижения эффекта всасывания субстанций в желудочно-кишечном тракте человека нужно, чтобы размер её частиц был менее 500 нм [13]. При этом отрицательное воздействие на организм человека, как выясняется, частицы могут оказывать и без сорбционной загрязняющей нагрузки. Тем более оно усиливается в случае частиц, обеспечивающих «адресную доставку» загрязнений в определенные органы человека.

Вышесказанное, по нашему мнению, настоятельно требуют расширения принятой в классической гидрологии шкалы фракционного состава наносов, что неоднократно подчеркивалось в публикациях и выступлениях на конференциях специалистами ИНОЗ РАН [14, 15]. В соответствии с этим специализированные научно-исследовательские, а также стандартные мониторинговые работы должны распространить область разделения частиц по крупности в субмикронный диапазон размеров (менее 1000 нм). При этом требуется, по возможности, сохранить традиционные для классической гидрологии и принятые на сети Росгидромета числовые поддиапазоны фракций.

Поскольку частицы, имеющие размеры в нанометрическом диапазоне относятся к коллоидам [16], то и фракцию частиц мельче 0.001 мм (1000 нм), можно было бы назвать «фракцией коллоидов» (таблица 2) [17]. При этом нижний диапазон, по-видимому, следует ограничить значением 0.001 мкм (1 нм). Это нижняя граница области коллоидов, и значение размера, мельче которого гетерогенная дисперсная система переходит вскоре в гомогенный молекулярный раствор [16].

Таблица 2. Предлагаемая классификация частиц наносов фракции коллоидов по их размерам  $d$  (мкм)

| Фракция                   | Подфракция | Размер $d$ (мкм) |
|---------------------------|------------|------------------|
| Коллоиды дисперсные       | Крупные    | 1 - 0.5          |
|                           | Средние    | 0.5 - 0.2        |
|                           | Мелкие     | 0.2 - 0.1        |
| Коллоиды ультрадисперсные | Крупные    | 0.1 - 0.05       |
|                           | Средние    | 0.05 - 0.005     |
|                           | Мелкие     | 0.005 - 0.001    |

Предлагаемое расширение классификации частиц наносов позволяет в совокупности с ранее применявшейся таблицей гранулометрического состава (таблица 1), наконец, охватить весь диапазон возможных размеров гетерогенной дисперсной системы, встречающейся в естественных водных объектах. Анализ гранулометрического состава частиц размером менее 1000 нм позволяет получить необходимую информацию об наиболее активных (с точки зрения сорбционных эффектов) и удельно емких (за счет своей большой совокупной поверхности) наносах. Это требуется для правильного понимания процессов и масштабов переноса загрязнений на их поверхности. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что данная информация может оказаться определяющей при оценке опасности частиц наносов из-за их размеров независимо даже от степени их загрязненности. В конечном счете, в результате такого расширения будет обеспечен качественный переход в теории и практике исследований естественных и искусственных наносов в водных объектах.

Однако, для оценки фракционного состава частиц субмикронных размеров требуются новые методы оценки размеров наносов, которые бы дополняли существующие. Выполненный в соответствии с последними разработками ИНОЗ РАН обзор существующих методов анализа крупности частиц, показал, что такой переход требует значительных затрат, поскольку все существующие анализаторы крупности субмикронных частиц имеют очень высокую стоимость. Кроме того, необходима соответствующая инженерная квалификация исполнителей, особенно в случае анализа мельчайших частиц размером менее 100 мкм. В этой связи, по-нашему мнению, для стандартных мониторинговых работ в современных условиях, можно было бы ограничиться в соответствии с предлагаемой классификацией (табл. 2) анализом частиц фракции коллоидов дисперсных, т.е. от 1000 нм до 100 мкм. Для указанных размеров выполнение анализов осуществляется со значительно меньшей стоимостью и трудоемкостью, но вместе с тем существенно расширяется диапазон анализируемых частиц. Работы в этом направлении в настоящее время интенсивно ведутся в ИНОЗ РАН и в ближайшее время результаты будут обнародованы. Главный принцип, заложенный в эти разработки, заключается в обеспечении низкой стоимости их выполнения и возможности массового использования, в том числе на сети Росгидромета.

Резюмируя, можно заключить, что в настоящее время, в условиях вынужденного сокращения постов для наблюдений за наносами требуется организация работ по мониторингу транспорта и характеристик наносов в естественных водных объектах на новом качественном уровне. С учетом современных реалий требуемое количественное увеличение параметров, расширение диапазонов их оценки, должно сочетаться с оптимизацией этих работ, активным внедрением автоматизированных систем оценки и моделирования. А это требует резкой активизации соответствующих научно-исследовательских разработок. В противном случае последствия недостаточного учета процессов, связанных с естественными и искусственными наносами могут оказаться весьма серьезными, вплоть до катастрофических.

#### Литература

1. Великанов М.А. Динамика русловых потоков, т.2. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955.323 с.
2. Гончаров В.Н. Динамика русловых потоков. Л.: Гидрометеоздат, 1962.374 с.

3. Шамов Г.И. Речные наносы. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 378 с.
4. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Сنيщенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 272 с.
5. Караушев А.В. Теория и методы расчета речных наносов. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 272 с.
6. Сток наносов, его изучение и географическое распределение// Под. Ред. А.В.Караушева. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 240 с.
7. Обзор состояния системы гидрологических наблюдений, обработки данных и подготовки информационной продукции в 2019 г. СПб.: Победа, 2020. 62 с.
8. Васильев О.Ф., Савкин В.М., Поздняков Ш.Р. Гидрологические исследования транспорта ртути в бассейне Катуни. Водные ресурсы, 1995. Т.22, №1, с.28-34.
9. Орлова В.В. Гидрометрия. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 414 с.
10. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 448 с.
11. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.7.ч.1. Гидрометеорологические наблюдения на озерах и водохранилищах. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 476 с.
12. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.6.ч.1. Гидрологические наблюдения и работы на реках. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1957. 400 с.
13. Румянцев В.А., Крюков Л.Н., Поздняков Ш.Р., Рыбакин В.Н. Наномасштабные элементы лимнологии. Вестник Российской академии наук, 2011. т.81, №9, с.819-824.
14. Румянцев В.А., Поздняков Ш.Р., Крюков Л.Н. Проблемы мониторинга наночастиц в пресноводных водоемах. Водные ресурсы России: современное состояние и управление. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Г.Сочи, 8-14 октября 2018 г. Новочеркасск: Лик, 2018, с.237-247.
15. Поздняков Ш.Р., Мартинсон К.Д. Исследование характеристик субмикронных частиц в реках для современного решения проблем их оздоровления. Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, г.Нижний Новгород, 08-14 сентября 2019 г. Сборник научных трудов. М.: Студия Ф1, 2019, с.26-30.
16. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. СПб: Химия, 1995. 400 с.
17. Поздняков Ш.Р. Проблемы расчета и измерения характеристик наносов в водных объектах. СПб.: ЛЕМА, 2012. 226 с.

### **Monitoring of sediment characteristics in water bodies in modern conditions**

**Pozdnyakov S.R.<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup> – *Institute of Limnology RAS, Saint-Petersburg, Russia, tbgmaster@mail.ru*

The most important component of the complex of problems related to modern monitoring of water objects is the monitoring of transport and sediment characteristics of rivers and lakes. The solution to this issue is required for the implementation of most engineering and environmental problems. At the same time, there is a reduction in the volume of monitoring work on sediment assessment. In this regard, studies of the transport of particles, as well as other characteristics of sediments, require a transition to a new optimized level, based on modern software and instrumental capabilities. This requires a quantitative increase in the evaluation parameters, for example, the measurement of particle density. It is also necessary to increase the range of determination of the particle size distribution towards the expansion of the boundaries to the submicron purview. In addition, monitoring of new types of artificial sediments, microplastic, is required. An intensive development of computational models is required to assess sediment transport and runoff. This process should be combined with the introduction of automated assessment systems. This requires the activation of relevant research and

modern development.

Keywords: monitoring of water object, river and lake sediments, microplastic, particle density, granulometric analysis

**Актуальные проблемы системных исследований  
внутренних водоемов и пути их решения****Филатов Н.Н.<sup>1</sup>**<sup>1</sup> – *ИВПС КарНЦ РАН, Петрозаводск  
nfilatov@rambler.ru*

Аннотация. Обсуждаются вопросы оценки комплекса экологических проблем крупных озер (Ладожского, Онежского), а также социально-эколого-экономических системы Белого моря и водосбора (Беломорья) с целью научного обоснования рационального использования и охраны ресурсов региона, создания системы поддержки принятия решений. Рассматриваются вопросы диагноза состояния и прогноза изменений термогидродинамики и экосистем крупных стратифицированных водоемов (Ладожского и Онежского озер, Белого моря) под влиянием климата и разнообразных антропогенных факторов с использованием экспериментальных данных и математического моделирования. Обсуждаются различные 3-D математические модели и модели конечных автоматов для описания физико-химико-биологических процессов исследуемых водоемов. Показаны пути совершенствования долгосрочного прогноза изменений экосистем для решения задач рационального использования и сохранения ресурсов водоемов. Впервые для социо-эколого-экономической системы Белого моря и водосбора разработаны когнитивные модели, которые включали более 20 переменных, характеризующих экономические, экологические и социальные процессы. Разрабатываемые когнитивные модели дают возможность на качественном уровне подойти к решению проблемы оптимального управления развитием регионов бассейна Белого моря (Меншуткин и др. 2018).

Ключевые слова: математическое моделирование, экспериментальные данные, управление развитием регионов, охрана ресурсов региона, социо-эколого-экономическая система Белого моря.

Представлены результаты исследований гидрологических, гидрофизических процессов и экосистем крупнейших озер России, таких, как Ладожское, Онежское, а также Белое море. Актуальность исследований обусловлена тем, что до сих пор не решены проблемы надежного долгосрочного прогноза сезонной и внутривековой изменчивости не только водных экосистем, качества воды, но и гидрологического режима, уровня воды великих озер России, которые играют значительную роль в экономике России и других стран. Многочисленные попытки, например, прогноза уровня воды Каспия оказались неудачными из-за значительных антропогенных изменений его гидрологического режима и экосистем, а также неожиданно резких природных изменений. Прогноз многолетних колебаний уровня воды Каспия является сложнейшей фундаментальной научной проблемой, требующей знания особенностей гидрометеорологического режима, механизмов возникновения долгопериодных колебаний климата (Малинин, 1994).

Тревожная ситуация сложилась в последние годы с состоянием оз. Байкал, в особенности его литоральной зоны, есть проблема сохранения эндемичных видов. Заметно расширился ареал нитчатых водорослей, представленных видом *Ulothrix zonata*, трех видов рода *Spirogyra*, представители которых ранее встречались лишь в акватории некоторых хорошо прогреваемых бухт озера (Тимошкин, 2014). В последние годы (2014 – начало 2018) при низком уровне воды и возросшей антропогенной нагрузке на прибрежную зону эти водоросли занимали около 63 % биомассы в диапазоне глубин 2–5 м, что свидетельствует о серьезном нарушении структуры фитоценозов в оз. Байкал. В условиях маловодья оказалось трудным решить задачу прогноза долгосрочных изменений гидрологического режима, регулирования уровня воды озера. Пришлось Правительству РФ издать постановление для управления ресурсами озера без использования системы принятия управленческих решений, основанной на научных знаниях и моделировании.

Эколого-социо-экономические системы водоем-водосбор включают в себя несколько подсистем, таких как экологические, ресурсные, экономические, социальные, и при этом они представляют множество “участников”, имеющих разные и противоречивые интересы и цели. Для

изучения сложных систем и управления ими может использоваться когнитивный подход, результаты реализации которого применяются в дальнейшем для решения задач управления. Для Беломорья были разработаны когнитивные модели, отражающая изменения климата, качество вод, поступающих с речным стоком и качество морских вод, а также экономические и социальные процессы, происходящие в субъектах Российской Федерации и ряд других процессов (Меншуткин, Филатов, 2020).

Пути решения проблемы оценки изменений и прогнозирования экосистем Ладожского и Онежского озер.

С 1992 г. экосистемы Ладожского и Онежского озер находятся в состоянии восстановления, улучшается качество вод после многолетнего периода эвтрофирования 1970–1990 гг., но это восстановление происходит достаточно медленно, что создает серьезные проблемы для водохозяйственной деятельности, водоснабжения Санкт-Петербурга и населенных пунктов Республики Карелия, Вологодской области. В последние годы заметное воздействие на изменение экосистем, ухудшение качества вод Ладоги и Онего оказывают развитие аквакультуры, садкового рыбоводства на озерах, а также увеличение численности чужеродных видов, или вселенцев. При потеплении климата на водосборах великих озер России (и Евразии) реакция гидрологического режима и экосистем этих озер различалась в зависимости от региональных особенностей, влияния антропогенных факторов, характера водосбора (Диагноз и прогноз, 2020). Поэтому для диагноза и прогноза уровня воды крупнейших озер России, определения внутривековых закономерностей изменчивости экосистем необходимо было рассмотреть как глобальные, так и региональные особенности влияния климата и антропогенных факторов на гидрологические характеристики и экосистемы для широкого диапазона временных масштабов. Для решения практических задач по сохранению ресурсов озер, обеспечению объектов энергетики, водного транспорта, питьевого водоснабжения и рекреации требуется оценить ассимиляционный потенциал озер, допустимую биогенную нагрузку на экосистемы, для чего необходимо разработать более совершенные, чем созданные ранее, математические модели для Ладожского и Онежского озер (Руховец, Филатов, 2014).

Задача создания интегрированных систем управления крупными озерами России, как Байкал и Каспий, при современном состоянии знаний об объектах управления и реакции водоемов на внешние воздействия еще далека от практического воплощения. Долгосрочный прогноз водного баланса, уровня и качества воды Ладожского и Онежского озер представляет интерес для экономики не только с точки зрения использования их как источников питьевого водоснабжения, объектов водного транспорта, гидроэнергетики, рекреации, но и при использовании их водных ресурсов для других регионов России, а возможно, и продажи воды в другие страны. Такие оценки по продаже воды озер были сделаны в 90-х гг. XX века (Румянцев и др., 2014).

До сих пор не решены проблемы управления ресурсами оз. Байкал, в результате Правительству РФ пришлось принимать Постановление от 04.02.2015 № 97 об использовании водных ресурсов оз. Байкал без достаточного научного обоснования. «При соблюдении приоритета сохранения уникальной экосистемы Байкала должен использоваться комплексный подход. Объектом исследований и согласований должны стать не только вопросы регулирования уровня озера, но и эффективное функционирование, и развитие единой природно-технической и социально-экономической системы» (Бычков, Никитин, 2015). Ключевым фактором в решении проблем озера является не использование системного подхода и соответствующих математических моделей наподобие тех, что были разработаны и применялись для диагноза и прогноза экосистем Ладожского и Онежского озер (Ladoga and Onego, 2010) или для Великих американских озер (Gronewold, 2018). Примеры разработки таких моделей для оз. Байкал имеются. (см. Диагноз и прогноз..2020) созданы трехмерные модели термогидродинамики, выполнены теоретические разработки для моделирования экосистемы озера, имеются данные и знания, полученные сотрудниками ЛИН СО РАН, ИГУ, МГУ им. Ломоносова, БИП СО РАН, ИГ СО РАН и др. (Бычков, Никитин, 2015; Тимошкин и др., 2014).

Оценка вклада антропогенных и климатических факторов на экосистемы озер

представляется принципиальной для понимания причин и последствий изменений, стадий этих вариаций. По данным математического моделирования (Ladoga and Onego, 2010) и натурным наблюдениям Н. А. Петровой с соавторами (Ладога, 2013) отмечалось, что основной вклад в эвтрофирование Ладожского и Онежского озер вносили антропогенные факторы. Было показано, что при потеплении климата изменения в развитии фитопланктона заметны только в осенний период, а неоднородности в развитии зоопланктона более существенны, но они также не превосходят величин, которые являются следствием изменения биогенной нагрузки. Однако в последние три декады при потеплении возросла роль климата в изменениях водных экосистем по сравнению с антропогенными (Калинкина и др., 2018).

На водосборе озер за период 1951–2017 гг. отмечено повышение годовой температуры воздуха на 1.2 °С, суммарного испарения на 70–80 мм, сумм атмосферных осадков на 60–90 мм. При потеплении климата и увеличении стока в зимний период в последние 30 лет установлено, что поступление железа в Онежское озеро с водами р. Шуи выросло на 35 %, а фосфора – на 25 % за счет зимних и весенних месяцев (Kalinkina et al., 2018).

Различных, в том числе и 3-D математических моделей для изучения экосистем крупных озер, разработано немало, но моделей, на которых могут быть основы системы поддержки принятия управленческих решений (СППУР). Диагноз состояния и прогнозирование изменений экосистем крупных стратифицированных озер при разнообразных антропогенных воздействиях и изменениях климата требуют наряду с математическим моделированием выполнения анализа имеющихся натуральных наблюдений химико-биологических показателей, гидрологических характеристик и гидрофизических процессов с учетом региональных и глобальных изменений климата. С использованием современных данных реанализа, моделей общей циркуляции атмосферы и океана, разработанных в ИВМ РАН, проведено исследование климатической изменчивости баланса влаги в бассейне водосборов Ладожского и Онежского озер и определены связи с глобальными климатическими процессами, влияющими на перенос влаги в атмосфере с акватории Северной Атлантики. Оценены возможные тенденции изменений гидрологического режима и уровня озер России для внутривековых масштабов до 2085 г (Диагноз и прогноз..., 2020).

Для диагноза и прогноза экосистем Ладожского и Онежского озер было разработано и/или адаптировано несколько моделей экосистем и выполнены численные эксперименты для долгосрочного прогнозирования как гидрофизических процессов и полей, так и химико-биологических характеристик (Меншуткин и др., 2013). Может возникнуть вопрос: а нужно ли было еще разрабатывать новые модели? Может, достаточно воспользоваться уже имеющимися разработками? Но опыт показал (Меншуткин и др., 2013), что, несомненно, даже при сходстве абиотических условий и общности основных механизмов функционирования экосистем в разных водоемах приоритетность механизмов зачастую различается и потому требуется создание новых или адаптация разработанных моделей для уникальных внутренних водных экосистем, таких, как Байкал, Каспий или Ладожское и Онежское озера. Разработанные модели (Диагноз и прогноз..., 2020), блоки моделей экосистем могут быть адаптированы и использоваться для моделирования экосистем других озер.

Была поставлена задача разработки новых 3-д модели термогидродинамики, на основе ранее разработанной модели МГВМ для Каспия (Ибраев, 2008; Голосов и др. см. в кн. Диагноз и прогноз, 2020). Важно было воспроизвести климатическую циркуляцию вод озер путем построения периодического решения на значительное физическое время, кратное времени условного водообмена озера, т. е. не менее чем на 12–14 лет для Ладоги и Онего, а также описать более корректно, чем в работе (Ladoga and Onego, 2010), формирование и разрушение ледяного покрова, задание атмосферных воздействий с использованием реанализа, а стока рек – из натуральных наблюдений. С использованием адаптированной для Ладожского и Онежского озер МТГД была создана модель экосистемы (первичной продукции) этих озер для условий антропогенных и климатических воздействий (Зверев и др., 2016).

Кроме этой модели ТГД и экосистемы, была создана модель экосистемы Ладожского озера, которая позволяла описывать биогеохимические потоки, авторы А. В. Исаев и О. П. Савчук (в кн.

Диагноз и прогноз...., 2020). Для чего была использована и адаптирована для пресного водоема – Ладожского озера отечественная модель эвтрофикации Балтийского моря (SPBEM) успешно применялась ранее для оценки современного и прогноза изменений экосистемы Балтийского моря (Рябченко др., 2018).

Опыт разработки моделей термогидродинамических процессов и экосистемы озера (первичной продукции) для Ладожского и Онежского озер может быть использован для диагноза и прогноза изменений экосистем других крупных озер.

Прогнозы изменений гидрологических характеристик и экосистем озер и Белого моря основывались на сценарных оценках изменений климата до 2100 г. на водосборах озер, которые даются на основе разнообразных моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) и в соответствии с разными сценариями настоящей работе использовалась как МОЦАО, созданная в ИВМ РАН (Володин, Дианский, 2013), так и региональная климатическая модель Центра Россби Шведского метеорологического и гидрологического института RCAO.

Для изучения гидрофизики и экосистем в случаях, когда уровень знаний о моделируемых процессах или явлениях не позволяет применять аппарат дифференциальных уравнений или когда отношения между объектами в модели не имеют количественной оценки и регулируются только причинно-следственными связями, в качестве альтернативы для Ладожского и Онежского озер был использован принципиально другой подход – метод клеточных автоматов (КА). Для этих озер был использован математический аппарат, существенно отличающийся от традиционного аппарата дифференциальных уравнений – применялись так называемые стохастические клеточные автоматы. С помощью КА была разработана одномерная модель для подледного режима изменений экосистемы Онежского озера, а также трехмерная модель переноса примесей для Ладожского озера (Меншуткин, Филатов, 2017). В работе (Меншуткин и др., 2018) были представлены разработки когнитивных моделей для системы водоем – водосбор.

Оценки состояния и прогнозирования социо-эколого-экономической системы Белое моря и водосбор.

В работе (Меншуткин и др., 2018) описана первая когнитивная модель для описания социо-эколого-экономических процессов Белого моря и водосбора, опыт разработки, которой можно использовать в лимнологии. В настоящем докладе предложен обзор когнитивных моделей для эколого-социо-экономической системы региона - Белого моря и водосбора (Беломорья) разработанных авторами (Меншуткини др., 2018; Меншуткин, Филатов, 2020). Для оценки возможностей устойчивого развития региона рассмотрен комплекс когнитивных моделей, которые отражают динамику экономики, состояние и изменения окружающей среды, климата, сельское и лесное хозяйство и социальную сферу. Разработаны четыре разной степени сложности когнитивные модели эколого-социо-экономической системы региона, которые использовались для определения разных целевых показателей, направленных на оценку возможностей повышения уровня жизни населения, рациональное использование и охрану окружающей среды, развитие определённых отраслей экономики и социальной сферы региона. Оценивалось соотношение величины инвестиций в развитие субрегионов и демографические характеристики населения для достижения наилучших (комфортных) условий проживания населения. Результаты когнитивного моделирования могут служить основой для построения системы количественных моделей, необходимых для разработки систем поддержки принятия управленческих решений. Полученные результаты могут представлять интерес для разработки подходов к устойчивому региональному развитию в условиях многофакторного воздействия. Модели дают возможность определения разных целевых показателей, направленных на оценку возможностей повышения уровня жизни населения, рационального использования и охраны окружающей среды, развития социальной сферы Беломорья, важных для достижения устойчивого развития региона.

Заключительные замечания.

Резюмируя, отметим, что представленные в обзоре результаты могут представлять интерес для решения проблем рационального использования и охраны крупнейших внутренних водоемов России (крупных озер и морей), имеющих стратегическое значение для развития экономики

страны. Для этого необходима разработка и реализация комплекса мер экономического, законодательного характера, которые должны основываться на фундаментальных научных знаниях о состоянии экосистем и прогностических оценках их изменений. Опыт показал, что требуется получение экспериментальных натуральных наблюдений, совершенствование мониторинга для понимания происходящих изменений в экосистемах, а также калибрации и верификации математических моделей. Необходимо применение современных математических моделей, в том числе тех, которые были представлены в настоящей работе для информационного обеспечения интегрированных систем управления для рационального использования и охраны ресурсов крупнейших водоемов России.

**Благодарности.** Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Института водных проблем Севера КарНЦ РАН.

#### Литература

1. Федеральные Государственные Стандарты Высшего Образования.  
URL: <http://fgosvo.ru/news/>
2. Халперн Д. Психология критического мышления. СПб. : Питер, 2000. 503 с.
3. Bromley K., DeVitis L.I., Modlo M. 50 Graphic Organizers for Reading, Writing & More. N.Y. : Scholastic Professional Books, 1999.
4. The Use of Graphic Organizers to Enhance Thinking Skills in the Learning of Economics// Hong Kong Curriculum
5. Development Institute. Personal, Social and Humanities Education Section. Education Department. 2001. P. 104. URL: <http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/kla/pshe/references>.

#### **Actual problems of systems research inland water bodies and ways to solve them**

**Filatov N.N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *IVPS KarRC RAS, Petrozavodsk, nfilatov@rambler.ru*

The article discusses the issues of assessing the complex of environmental problems of large lakes (Ladoga, Onega), as well as the socio-ecological and economic systems of the White Sea and the catchment area (White Sea) in order to scientifically substantiate the rational use and protection of the region's resources, and create a decision support system. The issues of diagnosing the state and predicting changes in thermohydrodynamics and ecosystems of large stratified water bodies (Ladoga and Onega lakes, the White Sea) under the influence of climate and various anthropogenic factors using experimental data and mathematical modeling are considered. Various 3-D mathematical models and models of finite automata for describing the physicochemical and biological processes of the studied water bodies are discussed, ways of improving the long-term forecast of ecosystem changes for solving the problems of rational use and conservation of water body resources are shown. For the first time, cognitive models were developed for the socio-ecological-economic system of the White Sea and the catchment area, which included more than 20 variables characterizing economic, ecological and social processes. The developed cognitive models make it possible to approach at a qualitative level the solution of the problem of optimal management of the development of the regions of the White Sea basin (Menshutkin et al. 2018).

**Keywords:** mathematical modeling, experimental data, regional development management, protection of regional resources, socio-ecological-economic system of the White Sea.

## Трансграничные реки Казахстана: состояние, проблемы и перспективы

Молдабаев С.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Проектный институт им. Джанекенова, Республика Казахстан

Аннотация: В данной статье говорится о проблемах использования трансграничных рек Республики Казахстан, исследованиях доступности водных ресурсов Средней Азии в современной геополитической обстановке, а также о возможных путях решения проблемы использования водных ресурсов Средней Азии путем переговоров.

Ключевые слова: трансграничные реки Казахстана, дефицит водных ресурсов, максимальное расходование запасов воды, водно-энергетическая проблема.

Проблема использования трансграничных рек является в высшей степени приоритетной для Казахстана. В нашей стране семь из восьми бассейнов главных рек являются трансграничными. Поэтому Казахстан испытывает дефицит водных ресурсов, поскольку около половины поверхностных вод страны (44,9 куб. км) поступает с территории соседних стран (КНР, РФ, Узбекистан и Кыргызстан).

В целом запасы пресных вод Казахстана составляют 524 куб. км., из которых 58 куб. км сосредоточены в подземных водах, 80 куб. км – в ледниках, 190 куб. км – в озерах, 95,5 куб. км – в водохранилищах, 100,5 куб. км – в реках. В последние 18 лет происходит неумолимое сокращение естественных ресурсов наших поверхностных вод. Наибольшие проблемы у Казахстана наблюдаются на реках Или и Иртыш, которые на 70% формируются в Китае.

Если Китай будет продолжать большой забор из Иртыша, то к 2030 году его воды уменьшатся на 8 куб. км, к 2040 году – на 10 куб. км, к 2050 году – на 11,4 куб. км. Это приведет в массе проблем – от значительного снижения выработки электроэнергии на каскаде ГЭС на Иртыше до высыхания озера Зайсан, ухудшения качества поверхностных и подземных вод, а «русло реки на территории Казахстана вплоть до Омска может стать цепью болот и стоячих вод.

Что касается реки Или, то на китайской стороне в бассейне реки Или уже построено около 130 гидросооружений и 13 водохранилищ. Все это будет направлено не только на увеличивающиеся посевные площади, но и на возводящиеся промышленные объекты. И как следствие - из-за обмеления реки Или начал сильно мелеть и Балхаш. Из рек, впадающих в озеро Балхаш, на долю реки Или приходится около 80% стока. Некоторые ученые прогнозируют, что «озеро Балхаш может исчезнуть, как Аральское море», что приведет «к серьезным последствиям для всего региона». Оказывается, за последние 50 лет площадь Балхаша сократилась почти на 2 тысячи квадратных километров. В настоящее время озеро Балхаш существует благодаря интенсивному таянию ледников Тянь-Шаня. При этом таяние ледников происходит по-разному. В некоторых случаях уменьшение ледника оказывает незначительное влияние на сток рек, тогда как в других случаях серьезно нарушает систему местного водоснабжения, особенно если системы устарели и используют неэффективные методы.

Ключом к пониманию сокращения ледников является концепция «максимального расходования запасов воды». По мере того, как общая масса ледников уменьшается, во время сезона таяния образуются поверхностные стоки, уровень которых превышает средние показатели. Однако уровень поверхностных стоков в конечном итоге достигнет своего пика, и вслед за этим последует период окончательного и, по сути, необратимого спада. Уменьшенный ледник в свою очередь дает все меньше и меньше талой воды, что влияет на сезонную доступность пресной воды. Каждый ледник имеет уникальное пороговое значение запасов воды.

Согласно исследованию, опубликованному Nature Climate Change, около 45% бассейнов в мире, питаемых ледниками, уже прошли эту точку, в том числе гималайские источники реки Брахмапутры. Прогнозируется, что 22% бассейнов будут иметь тенденцию к увеличению 2050 г., включая верховья Инда и Ганга, которые, как ожидается, достигнут пика в 2070 и 2050 годах соответственно.

Угрозу таяния ледников трудно оценить отдельно от общей картины. Системы водоснабжения по всему миру уже пострадали от таких факторов, как строительство плотины, ирригация и водоснабжение для сельскохозяйственного и промышленного использования.

Основным же виновником снижения уровня воды, является сельское хозяйство. Выращивание в засушливом климате Центральной Азии требует функционирования обширных ирригационных систем. Но многие из них являются неэффективными и расточительными, будучи построенными в советское время. По одной из оценок, сельское хозяйство отвечает за 89% от общего объема забора воды в Казахстане, что значительно выше показателей в Европе, где такие показатели оцениваются в среднем на уровне 58%.

Так, на казахстанской стороне границы на реке Или в 1969 году были построены Капчагайская плотина и водохранилище, что дало возможность для сельскохозяйственной обработки 400 000 гектаров земли, включая водоемкое выращивание риса. Капчагайское водохранилище заполнялось медленно в течение 20 лет, примерно соответствуя двухметровому падению уровня воды в озере Балхаш в тот же период. Процесс заполнения был преждевременно остановлен в конце 1980-х годов из-за обмеления Балхаша. В итоге уровень воды в водохранилище остается значительно ниже своего первоначального предполагаемого уровня.

С китайской стороны орошаемое земледелие из реки Или и его притоков в Синьцзяне составляло около 300 000 га в конце 80-х годов. С тех пор эти объемы значительно увеличились в результате экономического бума в Китае и политики центрального правительства «освоения запада», предполагавшей поощрение переселения населения из центральных и восточных провинций на северо-запад Китая. В итоге, по одной оценке площадь обрабатываемой земли на китайской стороне границы увеличилась от 700 тыс. га в 2004 г. до 1,3 млн. га в 2014 году. В исследовании Сабира Нуртазина отмечается, что потребление воды из реки Или в 2000-х годах составляло 38% и 62% со стороны Китая и Казахстана, соответственно. К 2014 году цифры изменились до 43% и 57% из-за растущих потребностей в электроэнергии и воде экономики Синьцзяна. С тех пор соотношение, вероятно, увеличилось еще больше в сторону Китая.

Среди всего прочего, ускоренное промышленное развитие северо-западного Китая может существенно увеличить загрязнение озера Балхаш химикатами и удобрениями. Значительный вклад в загрязнение вод Или и Иртыша вносят промышленные объекты, расположенные и в Казахстане. Следует также отметить, что довольно большой сток воды рек Или и Иртыш (около 7,5 куб. км, что соответствует 15% всех их водных ресурсов) происходит в результате нерационального использования и ее непроизводительных потерь из-за халатности, как китайской, так и казахстанской сторон.

Таким образом, водный вопрос в отношениях Казахстана и Китая – один из самых проблемных и неурегулированных – Китай продолжает строить все больше гидротехнических сооружений в верховьях трансграничных рек, увеличивая водозабор, что приводит к ухудшению качества воды в реках Или, Иртыш, Талас и других, нарушая экологию в бассейне озер Балхаш и Зайсан. Ввиду изменения климата и быстрого таяния ледников, а также расточительного отношения к воде в самом Казахстане, эта проблема грозит перерасти в кризис.

Описанный выше водный вопрос уже составляет большую проблему для казахстанских и китайских политиков. Теперь же рассмотрим вероятность того, что сокращение ледников в горах Тянь-Шаня может снизить поток ниже по течению более чем на 10% в предстоящие десятилетия. И с учетом неумолимого изменения климата ледники в горах исчезнут и уже никогда не восстановятся. В результате страны региона будут просто вынуждены обходиться менее значительным ресурсом воды.

Китай находится в выгодном положении в вероятном водном кризисе в бассейне озера Балхаш. В силу географии он контролирует верховья рек, которые питают реку Или и озеро Балхаш, и что бы власти Китая не решили с этими водами, Казахстану придется жить с этим. Китай также имеет несоразмерные рычаги влияния на любые переговоры с Казахстаном из-за экономического веса и превосходящей военной мощи.

Несколько лет назад, после тщательного исследования, эксперты ПРООН и казахстанские специалисты-водники пришли к выводу, что проблема трансграничных рек в Казахстане неразрешима.

Тем не менее, на наш взгляд для решения проблем трансграничных рек Казахстана следует:

Во-первых, исходит из того, что любое противоречия вокруг использования водных ресурсов стран Центральной Азии нужно решать только через переговоры, а водно-энергетическую проблему надо решать совместными усилиями всех стран региона на основе кооперации и взаимной выручки. Как говорят в Украине: «Сообща и батьку бить сподручнее». А значит, надо согласованно бороться с ущемлением сходных национальных интересов, даже если это пока и не согласуется с политическими амбициями отдельных влиятельных политиков в Москве и Нур-Султане. Другого более эффективного пути решения этого проблемного вопроса не существует.

Во-вторых, необходимо вспомнить историю с советским проектом переброски сибирских рек в Среднюю Азию. Несправедливо закрытый на волне перестроечной демагогии в конце 1980-х годов, имеет право на возобновление в 21 веке. Строительство канала из Сибири через Казахстан в Узбекистан позволит напоить водой миллионы гектаров полей и пастбищ в Средней Азии, став новым этапом в дружеской кооперации государств СНГ.

В-третьих, необходимо прислушаться гидрологам передовых стран, которые призывают искать воду на местах: использовать подземные запасы, весенние стоки, осадки и, конечно же, применять современные водосберегающие технологии. Внедрение последних позволяет сэкономить до 60 % потребляемой воды. Специалисты уверены, что именно этот путь по-настоящему поворотный в решении проблемы водного дефицита.

### **Transboundary rivers of Kazakhstan: state, problems and prospects**

**Moldabaev S.S.**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Design Institute named after J.R. Dzhanekenov, Republic of Kazakhstan*

This article discusses the problems of using the transboundary rivers of the Republic of Kazakhstan, studies of the availability of water resources in Central Asia in the modern geopolitical situation, as well as possible ways to solve the problem of using water resources in Central Asia through negotiations.

Key words: transboundary rivers of Kazakhstan, shortage of water resources, maximum consumption of water reserves, water and energy problem.

## **Подготовка высококвалифицированных кадров военных гидрометеорологов для Красной армии в 1930-1940-х годах**

**Прямыцын В.Н.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> – Военная академия Генерального Штаба Вооруженных сил Российской Федерации, priamitzynvn@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена зарождению и становлению системы подготовки высококвалифицированных гидрометеорологических специалистов для Красной армии в 1930-1940-е годы. Рассматривается история Военного факультета Московского гидрометеорологического института, Высшего Военного гидрометеорологического института Красной армии и Военного гидрометеорологического факультета Советской армии.

Ключевые слова: Учебное заведение, гидрометеорология, подготовка кадров, высшее образование, Красная армия.

Российская Федерация является одной из передовых мировых метеорологических держав, и по праву гордится своей системой подготовки военных и гражданских метеорологических кадров. Между тем, история этой системы, создававшейся десятилетиями, и прошедшей тяжелейшее испытание Великой Отечественной войной, до сих пор не получила в литературе достаточно широкого освещения. Настоящая статья посвящена актуальному вопросу истории отечественной метеорологии – подготовке высококвалифицированных кадров военных метеорологов Красной армии в 1930-1940-х годах.

Советская метеорология берет свое начало с Декрета Совета Народных Комиссаров (СНК) РСФСР «Об организации метеорологической службы РСФСР», подписанного В.И. Лениным 21 июня 1921 года [1, с 289]. На протяжении 1920-х годов в этой отрасли, как в гражданской, так и в военной сфере трудились специалисты с дореволюционным опытом [2, л 2]. Однако, по мере развития народного хозяйства и усиления оборонной мощи страны, требования к метеорологическому обеспечению постоянно расширялись. Это вело к разрастанию наблюдательной сети, возникновению новых метеорологических подразделений и учреждений, углублению исследовательской деятельности. К началу 1930-х возникла потребность в создании отечественной системы подготовки высококвалифицированных метеорологических кадров.

В 1930 году на базе Геофизической кафедры Московского государственного университета был создан Московский гидрометеорологический институт (МГМИ). Учебное заведение разместилось в плохо приспособленном для учебного процесса здании на Красной Пресне. Обучение здесь длилось пять лет по пяти специальностям: гидрология суши, гидрология моря, синоптика, климатология и агрометеорология. Выпускникам присваивалась квалификация инженер-гидролог или инженер-метеоролог. Среди студентов МГМИ юноши и девушки были представлены приблизительно в равной пропорции [2, л 102].

Институт стал первым в мире высшим учебным заведением гидрометеорологического профиля (рис 1). Это обусловило необходимость создания практически с нуля всего цикла учебно-методического обеспечения подготовки специалистов. Для этой работы были привлечены крупнейшие ученые того времени: В.В. Шулейкин, Н.Н. Зубов, В.А. Великанов, А.Ф. Вангенгейм, М.В. Келдыш, Н.Е. Кочин, С.Т. Пагава, А.Д. Добровольский, С.П. Хромов и многие другие. Эти имена впоследствии составили славу не только отечественной, но и мировой метеорологической науки.

Практически сразу было принято решение об организации в ВУЗе вневойсковой подготовки. Так называлась нынешняя военная подготовка. С нового 1930-1931 учебного года при институте начались занятия по высшей вневойсковой подготовке (введенной правительством в 1926 году). Должность военного руководителя занимал генерал-майор Генерального штаба царской армии А.А. Самойло.

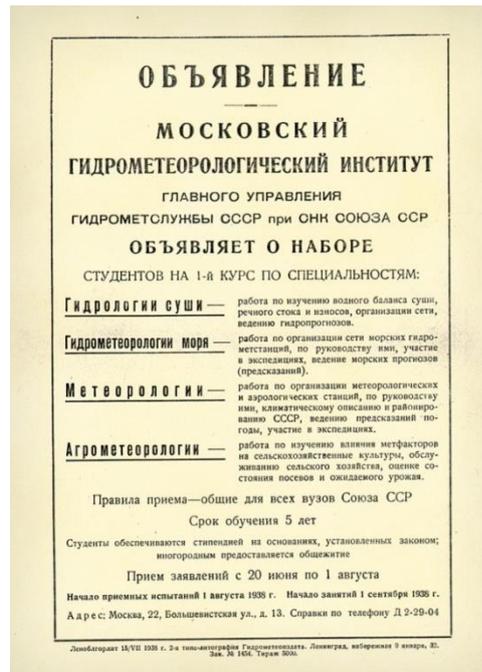


Рисунок 1 – Объявление о наборе студентов в Московский гидрометеорологический институт (1938 год).

В Красной армии подготовка метеорологических кадров была организована в Школе специальных служб, и в пяти учебных центрах, расположенных в городах Смоленск, Воронеж, Харьков, Новосибирск и Владивосток. В Школе специальных служб после трех лет обучения выпускали метеорологов в звании воентехников 2 ранга. Обучение в учебных центрах длилось три месяца, за время которых специалисты из войск повышали свою общую и специальную грамотность. За год обучение в этих центрах проходили до 250 человек, большинство из которых составляли кадры с дореволюционным стажем или младшие командиры [2, л 2 ]. Метеорологов с высшим образованием в Красной армии не обучали.

Середина 1930-х годов ознаменовалась стремительным развитием Военно-воздушных сил, повышением наукоемкости и технологичности ее метеорологической службы. Стало очевидно, что для метеорологического обеспечения необходимы подготовленные специалисты с высшим образованием. Для замещения руководящих должностей в ВВС РККА стали приглашать выпускников МГМИ мужского пола с присвоением им соответствующих воинских званий. Однако, практика метеорологической работы в войсках настойчиво требовала от метеорологов наличия не только высшего, но и военного образования.

Решением народного комиссара обороны 15 октября 1935 года при Московском гидрометеорологическом институте было создано отделение по подготовке начальников аэрометеорологических станций РККА. Это событие ознаменовало начало обучения отечественных военных метеорологических кадров с высшим образованием [2, л 71 ]. Первый набор из 13 слушателей был сформирован из начальствующего состава РККА, прибывшего с должностей начальников метеорологических подразделений, обладавших уровнем образования не менее семи классов. Постоянный состав отделения был представлен лишь его начальником А.Г. Старшининым [2, л 87 ]. Учебный план отделения был рассчитан на четыре года. Общеобразовательные предметы составляли в нем 652 часа, физико-математические и технические – 2105 часов, на специальность было выделено 1563 часа, а на военные дисциплины – 324 часа. Предусматривалось написание дипломной работы и практика в войсках [2, л 92 ].

В 1936 году отделение по подготовке начальников аэрометеорологических станций РККА было преобразовано в Военное отделение МГМИ. Задачей отделения было «дать в ВВС РККА высококвалифицированных кадров метеорологов с высшим образованием и одновременно открыть

для наиболее достойных метеорологов перспективу продвижения и рост» [2, л 3 ]. Срок обучения на Военном отделении был увеличен до пяти лет. На каждый курс зачислялось по 15 человек, причем кандидаты в слушатели должны были на момент поступления иметь опыт работы в системе метеорологического обеспечения не менее трех лет. Еще одним условием поступления на Военный факультет была политическая благонадежность. За факультетом не было закреплено уполномоченного сотрудника НКВД, поэтому начальник факультета полковник Г.А. Старшинин обратился к начальнику Отдела метеослужбы штаба ВВС РККА с просьбой, чтоб личные дела абитуриентов проверялись «соответствующими контрольными органами» штаба ВВС РККА [2, л 67 ] .

В связи с тем, что Военному отделению было предоставлено лишь небольшое ветхое здание, его слушатели обучались в 2 смены. Четверть переменного состава была расселена по общежитиям гражданских ВУЗов Москвы, четверть разместили в казармах Московского Краснознаменного военного авиационно-технического училища, 10% слушателей жили в съемных квартирах. Оставшиеся 40% заселились в домик, выделенный МГМИ в районе подмосковной станции Кучино [2, л 72 ]. Уже через год работы Отделения, когда на первом и втором курсах суммарно обучалось 30 слушателей, были подведены первые итоги успеваемости. С оценкой «хорошо» учебный год закончили 21% слушателей, с оценкой «удовлетворительно» - 63%, с оценкой «неудовлетворительно» -16% [2, л 97]. Примечательно, что наряду с учебным процессом, Военное отделение МГМИ вело еще и научно-исследовательскую работу.

Появление первых выпускников Отделения в войсках ожидалось не ранее 1940 года. Тем временем, в метеорологической службе ВВС РККА наступил настоящий кадровый голод. В сентябре 1937 года начальник ВВС Киевского военного округа в докладной записке сообщал начальнику ВВС Красной армии Я.И. Алкснису: «Уже около 2 лет ощущается большой недостаток кадров. Большинство метеостанций бригад укомплектованы метеорологами лишь на 60%. Есть части, где вообще нет метеорологов» [2, л 289 ]. В этой обстановке народный комиссар обороны принял решение о подчинении Военного отделения Московского гидрометеорологического института начальнику ВВС Красной армии. Было утверждено Положение о Военном отделении МГМИ и его штаты [2, л 190 ].

В августе 1938 года Военное отделение при МГМИ было реорганизовано в Военный факультет при МГМИ. Кроме 200 слушателей здесь функционировали шестимесячные курсы переподготовки начальствующего состава, на которых переподготовку проходило 50 человек. Постоянный состав включал в себя 37 человек командования и аппарата факультета, а также 38 человек профессорско-преподавательского и учебно-вспомогательного состава. Обучение происходило на четырех кафедрах (военной и общей метеорологии, синоптической метеорологии, основ марксизма-ленинизма, тактики) [2, л 72 ].

Наряду с учебным процессом, важную роль в становлении его слушателей играла войсковая практика. Ежегодно начальник Военного факультета обращался к руководству метеослужбы ВВС РККА с просьбой разместить слушателей в строевых частях, стараясь охватить как можно более широкую географию. К примеру, в январе – феврале 1940 года 29 слушателей проходили войсковую практику в 9 городах (Воронеж, Ленинград, Москва, Киев, Харьков, Ростов-на-Дону, Баку, Куйбышев, Смоленск) [2, л 3 ].

Слушатели выпускного курса проходили войсковую стажировку при авиационных метеорологических станциях (АМС). При шестидневной рабочей неделе стажерам предписывалось провести на АМС не менее 40 часов. Под непосредственным руководством начальников АМС они должны были освоить составление кривых распределения метеорологических элементов с высотой, синоптических и кольцевых карт, анализ карт погоды, обеспечение в метеорологическом отношении работы авиации, методику метеорологических и шаро-пилотных наблюдений. Стажеры должны были испытать себя в качестве старшего метеоролога и начальника АМС, принять участие в занятиях по метеорологии с личным составом, ознакомиться с материальной частью авиасоединения и жизнью войсковой части. Каждый из стажеров вел служебный дневник, и по окончании стажировки представлял отчет о проделанной работе [2, л 4 ].

В ожидании выпуска первых военных метеорологов с высшим образованием, в ВВС КА продолжилась практика призыва на военную службу выпускников МГМИ. Следует отметить, что за 10 лет существования Институт вырос в передовое учебное заведение, в котором широко развернулись научные исследования, сформировались научные школы. С 1939 года результаты исследований стали публиковаться в трудах Института. Таким образом, к началу Великой Отечественной войны руководящий состав метеорологической службы ВВС КА состоял преимущественно из выпускников МГМИ [3, л 1-4 ].

С началом войны Главное управление гидрометеорологической службы при СНК СССР со всеми подведомственными ему учреждениями были переданы в состав Народного комиссариата обороны [4]. Вновь созданное Главное управление гидрометслужбы Красной армии (ГУГМС КА) объединило в единую структуру всю гидрометеорологическую отрасль страны, включая метеослужбу ВВС и гидрометслужбу ВМФ [2, л 229-230 ]. Для подготовки метеонаблюдателей, техников-метеорологов и младших командиров метеорологических подразделений были созданы различные курсы, продолжительность обучения на которых не превышала трех месяцев [3, л 7 ]. Однако, необходимо было решить более сложную задачу, организовать обучение инженеров и командиров. 16 августа 1941 года МГМИ был реорганизован в Высший военный гидрометеорологический институт Красной Армии (ВВГМИ КА).

Людмила Вячеславовна Куропаткина была одной из тех, кого начало войны застало студенткой МГМИ. Вот, как она вспоминает о тех временах: «В июне 1941 года мы всей семьей находились на даче в Подмоскowie. О начале войны услышали по радио и тут же сорвались в Москву. Я в институт, а папа в штаб ВВС. Было лето, и мы не учились. Всех молодых людей у нас призвали на фронт, осталось лишь трое. Нас привлекали к дежурствам, в ходе которых мы должны были специальными металлическими щипцами подбирать, сброшенные на город зажигательные бомбы. Многие мои однокурсницы работали санитарками. Однажды летом 1941 года нас всех посадили на поезд и повезли рыть противотанковые рвы. Осенью институт, в котором я училась, был военизирован. Так я стала слушателем Высшего Военного гидрометеорологического института Красной Армии. Нам всем выдали военную форму» [5, с 27].

Костяк переменного состава ВВГМИ КА составили слушатели Военного факультета МГМИ, но туда приняли и значительное число гражданских студентов МГМИ, а также студентов других ВУЗов, не имеющих отношения к метеорологии. Руководство ВУЗом доверили все тому же полковнику А.Г. Старшину. Профессорско-преподавательский состав МГМИ был назначен на руководящие и преподавательские должности ВВГМИ КА с присвоением соответствующих воинских званий. В числе прочих, на военную службу были призваны и известные ученые-метеорологи. Профессор, доктор физико-математических наук В.Ф. Бончковский стал старшим преподавателем кафедры военной и общей метеорологии и климатологии. Профессор, доктор технических наук Б.В. Поляков был назначен начальником кафедры гидрологии. Профессор, кандидат физико-математических наук С.П. Хромов возглавил кафедру синоптики, аэрологии и динамической метеорологии. Всем троим было присвоено воинское звание военинженер 2 ранга [3]

Практически сразу после формирования было принято решение об эвакуации ВВГМИ КА из столицы. В октябре 1941 года он был перебазирован в Ленинабад. Переезд стал тяжелым испытанием для вчерашних штатских, значительную часть которых составляли девушки. Вспоминает Людмила Вячеславовна Куропаткина (рис 2): «23 октября всех посадили в товарные вагоны и повезли в Среднюю Азию. В нашей теплушке ехало около 20 человек. Месяц дороги, выпавший на зимний период, дался очень тяжело. Посреди вагона постоянно жгли костер, на котором готовили еду и у которого грелись, а спали на нарах, расположенных вдоль стен вагона. За ночь шинель, которой приходилось укрываться, примерзала к стене. Только 23 ноября мы приехали в Ленинабад» [6, л 27 ].



Рисунок 2 – Слушатель ВГМИ КА Куропаткина Л.В.  
 3 апреля 1942 г.

В эвакуации ВВГМИ КА разместили в одном здании с другими эвакуированными ВУЗами. Слушателей поселили в местном клубе, при этом некоторые отделения спали на двухъярусных кроватях, расставленных на сцене. Когда слушателям выдали гимнастерки с синими петлицами, им пришлось самим изготавливать знаки различия: вырезали из картона прямоугольники, и обшивали их красной тканью. Старший курс после непродолжительной подготовки был ускоренным выпуском направлен на фронт, а остальные слушатели продолжили учиться. В числе слушателей ВВГМИ оказались студены МГМИ разных курсов. Для того, чтобы обучать слушателей по единой программе, пришлось вернуть всех в начало второго курса. «Снова надо было изучать гидродинамику и математику, преподавали которую все те же преподаватели, приехавшие с нами из Москвы. Добавились и военные науки, среди которых самой главной была военная метеорология», - вспоминает спустя десятилетия Людмила Вячеславовна Куропаткина [6, л 27].

Руководству Института удалось в кратчайшие сроки наладить учебный процесс. Обучение слушателей метеорологического и гидрологического факультетов происходило на кафедрах: общей и военной метеорологии, синоптики, аэрологии и динамической метеорологии, гидрологии, океанологии, военно-морского дела. Начальник химической службы института преподавал военно-химическое дело. Несмотря на все трудности, связанные с переездом, преподаватели ВВГМИ КА сумели сохранить высокую планку преподавания, характерную для довоенного МГМИ. Нередкими были отчисления слушателей по неуспеваемости [3, л 75].

В Ленинабаде при ВВГМИ КА начали работу шестимесячные курсы младших метеоспециалистов. Кроме учебного процесса в ВВГМИ КА велась научная деятельность. Ученые, преподававшие в Институте, не прекращали своих изысканий. В частности, в 1943 году начальник кафедры синоптики, аэрологии и динамической метеорологии ВВГМИ КА известный ученый, профессор, инженер-подполковник С.П. Хромов стал доктором географических наук. На протяжении всей войны в Институте действовала адъюнктура [3, л 75].

В 1943 году слушатели ВВГМИ КА были направлены на практику в войска. Многие оказались на передовой. Рабочих рук в метеорологических подразделениях не хватало, поэтому

практикантов старались, как можно скорее «вести в строй». В напряженных условиях метеорологического обеспечения боевой работы авиации слушатели быстро осваивали должности и допускались к самостоятельному дежурству. Вспоминает Тамара Потаповна Новикова (рис 3): «Летом 1943 года нам выдали новую форму с погонами. Для прохождения стажировки все слушатели нашего курса были направлены в войска. Я попала в Кубинку в Высшую школу воздушного боя. Это был не только учебный центр, где боевые летчики оттачивали свое мастерство, но и действующий аэродром, с которого совершались боевые вылеты самолетов. Я несла дежурства по метеорологическому обеспечению полетов. Стажировка продлилась 3 месяца» [7, л 55].



Рисунок 3 – Выпускница ВВГМИ КА старший техник-лейтенант Новикова Т.П. (в центре) с группой офицеров 18 ВА у стен поверженного Рейхстага

Осенью 1943 года Институт вернулся из эвакуации в Москву, где обучение военных метеорологов продолжилось. Возвращение в столицу несколько не улучшило быт слушателей. Прием пищи в столовой состоял, как правило, из ложки каши и кусочка селедки. Несмотря на то, что абсолютное большинство слушателей и преподавателей ВВГМИ КА до войны были штатскими, и в Ленинабаде и в Москве им удавалось поддерживать на высоком уровне не только успеваемость, но и воинскую дисциплину. К примеру, будучи офицерами, слушатели старших курсов перемещались между учебным корпусом и столовой исключительно строем. Большая заслуга в деле воспитания слушателей принадлежит военному комиссару Института полковнику В.П. Корнилевичу. И все же имели место грубые проступки. К примеру, в декабре 1943 года слушатель 4 курса гидрологического факультета техник-лейтенант А.И. Варенов похитил из аудитории микроскоп. Товарищеский суд факультета ходатайствовал об исключении виновника из Института и лишения его офицерского звания. Решением начальника ГУГМС КА слушатель был отчислен и направлен на фронт с понижением в звании до младшего техник-лейтенанта [3, л 10].

Находясь в Москве, руководство ВВГМИ КА использовало любую возможность для повышения подготовки своих слушателей. Интересен прецедент совмещения некоторыми офицерами своих служебных обязанностей по занимаемым должностям с преподавательской работой в Институте. К примеру, профессор инженер-капитан 1 ранга В.А. Березкин одновременно являлся начальником гидрометеорологической службы ВМФ, заместителем начальника ГУГМС

КА, начальником кафедры гидрометеорологии Военно-морской академии имени Ворошилова [3, л 36 ] и начальником кафедры океанологии ВВГМИ КА [3, л 96 ].

8 января 1944 года исполняющий должность начальника Института контр-адмирал И.В. Иванов обратился к начальнику Главной авиаметеорологической станции (ГАМС) ВВС КА генерал-майору В.И. Альтовскому со следующей просьбой: «Прошу разрешить слушателям выпускникам ВВГМИ КА в порядке практики проводить дежурства в ГАМС с целью ознакомления с объемом и содержанием работ по метеорологическому обеспечению боевой работы авиации. Институт мог бы ежедневно выделять 2 слушателей на суточное дежурство, начиная с 18 часов» [3, л 2]. Слушатели ВВГМИ КА зарекомендовали себя настолько хорошо, что когда в ноябре 1944 года состоялся первый полноценный выпуск, три выпускницы в звании старшего техник-лейтенанта получили назначение на должности инженеров-метеорологов оперативного отдела ГАМС ВВС [6, с 28 ].

В апреле 1944 года в связи со смертью полковника А.Г. Старшина, начальником ВВГМИ КА был назначен авторитетный гидрометеоролог с богатым опытом флотской работы инженер-капитан 3 ранга В.П. Мелешко (рис 4). Под его руководством Институт был передислоцирован в Ленинград, где 10 февраля 1945 года состоялся последний набор слушателей Высшего военного гидрометеорологического института Красной армии в количестве 116 человек [3, л 22-26 ]. Через месяц после окончания войны ВВГМИ КА был реорганизован в Ленинградский гидрометеорологический институт (ЛГУ) [3, л 68 ] , при котором продолжил работу военный факультет.

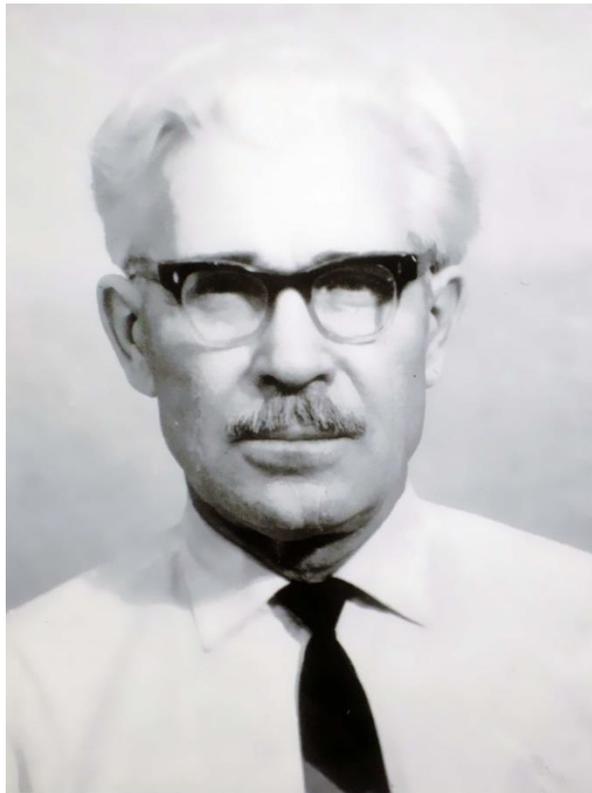


Рисунок 4 – Начальник ВВГМИ КА в период 1944-1945 гг. В.П. Мелешко.

В августе 1945 года факультет (рис 5) [8, с 73 ] , на котором обучалось 300 слушателей, возглавил инженер-капитан 3 ранга К.Ф. Сперанский, который на протяжении всей войны руководил взаимодействием отечественных военных метеорологов со своими коллегами из стран-союзниц [3, л 77-78 ] . Через год факультет получил права самостоятельного военного вуза и впоследствии стал называться Военным гидрометеорологическим факультетом Советской армии (ВГМФ СА) (рис 6) [8, с 73 ] . В 1956 году Факультет вошел в состав Ленинградской Краснознаменной Военно-воздушной инженерной академии имени А.Ф. Можайского.



Рисунок 5 – Выпускной знак Военного факультета Ленинградского гидрометеорологического института



Рисунок 6 – Выпускной знак ВГМФ СА

Подводя итог подготовки военно-метеорологических кадров в Красной армии в 1930-1940-е годы, можно сделать следующие выводы:

- зарождение системы подготовки высококвалифицированных метеорологических кадров в СССР произошло в начале 1930-х годов, а ее развитие диктовалось интересами обеспечения народного хозяйства и обороны страны;

- к началу 1940-х СССР располагал собственной школой подготовки военных и гражданских гидрометеорологов;
- с началом Великой Отечественной войны ГУГМС КА удалось в кратчайшие сроки переориентировать систему метеорологического образования на подготовку военных кадров;
- деятельность ВВГМИ КА внесла весомый вклад в дело гидрометеорологического обеспечения Красной армии в годы Великой Отечественной войны;
- опыт преподавания, накопленный в военные годы ВВГМИ КА, лег в основу послевоенного обучения отечественных военных гидрометеорологических кадров.

**Структура Военного факультета ЛГМИ (объявлена приказом начальника ГУГМС КА № 0496 от 26 октября 1945 г.)\***



\* составлено автором по источнику: ЦАМО Ф. 50. Оп. 762081. Д. 2. Л. 138, 138 об, 139.

**Литература**

1. Мелерович А.М., Мокиенко В.М. Фразеологизмы русской речи. Словарь. М.: Русские словари, 1997.
2. Мокиенко В.М. Славянская фразеология. 2-е изд., испр. и доп. М.: Высшая школа, 1989.

**Training of highly qualified personnel of military hydrometeorologists for the Red Army in the 1930s-1940s**

**Pryamitsyn V.N.** <sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Military Academy of the General Staff of the Armed Forces of the Russian Federation, priamitsynvn@mail.ru*

The article is devoted to origin and formation of the highly qualified specialists training system in Red Army in the 1930-1940's. Examines the history of the Military Department of the Moscow Hydrometeorological Institute, the Supreme Military Hydrometeorological Institute of the Red Army and the Soviet Army hydrometeorological faculty.

Keywords: educational establishment, meteorology, training, higher education, the Red Army.

## **Контроль, прогноз и управление качеством воздуха в континентальном, региональном и локальном масштабах**

**Смышляев С.П.<sup>1</sup>, Марагаева А.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, smyshl@rshu.ru*

<sup>2</sup> – *ООО «ЕИМ инжиниринг», Санкт-Петербург, Россия, anna@eim-engineering.ru*

Аннотация. В современной российской прессе заметно актуализировалось употребление просторечной и жаргонной лексики, в том числе лексики из криминального мира. Само проникновение в кодифицированный литературный язык просторечия, арготизмов, жаргонизмов и т.д. – явление обычное и существовало всегда, о чем свидетельствуют многие работы лингвистов XX и XXI веков.

Ключевые слова: социум, жаргонная лексика, дискурс, нормативный язык, литературный язык, экстралингвистические факторы, лингвистические факторы, пресса.

Одной из самых актуальных проблем в области экологии, стоящих сегодня перед регионами и городами Российской Федерации, является проблема загрязнения воздушной среды.

Как отмечено в Государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году» в регионах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха проживает 17,1 млн. человек (44 города), что составляет 17 % городского населения России, при этом в 147 городах России (почти 60 % от числа городов, где осуществляется мониторинг состояния атмосферного воздуха), где проводились наблюдения, средние за год концентрации ряда веществ превышали 1 ПДК. В этих городах проживает 50,7 млн чел.

В 9 субъектах Российской Федерации уровень загрязнения воздуха был высоким и очень высокий во всех городах, где проводятся наблюдения Росгидромета, а в 20 субъектах России около 20 % городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения воздуха, из них в 3 (Санкт-Петербург, Свердловская область (и Екатеринбург), и Таймырский АО) – более 90 % городского населения.

Среди отдельных загрязняющих веществ следует отметить повышенные уровни загрязнения сероуглерода – выше ПДК в 1,3 раза, бенз(а)пирена – в 1,2 раза, формальдегида – 3,0 ПДК. В целом по городам России средние из максимальных концентраций всех измеряемых примесей, кроме диоксида серы и оксида азота, превышают 1 ПДК. Средние из максимальных концентраций аммиака, оксида углерода, диоксида азота, формальдегида, фторида водорода, фенола и сероводорода составили 1,3-1,9 ПДК, концентрация взвешенных веществ, сероуглерода и хлорида водорода превысили ПДК в 2-2,8 раз, этилбензола и бенз(а)пирена – в 4,6 раз.

Качество воздуха в регионах РФ, прежде всего, безусловно, определяется выбросами находящихся в данном регионе промышленных предприятий. Тем не менее, помимо выбросов промышленных предприятий на качество воздуха в промышленном регионе оказывает влияние метеорологическая обстановка, определяющая, во-первых, разрушение продуктов выбросов промышленных предприятий, во-вторых, их вынос за пределы промышленного региона, в-третьих, вертикальное перераспределение продуктов выбросов промышленных предприятий с их последующим разрушением в вышерасположенных слоях атмосферы, в-четвертых, привнесение в промышленный регион загрязнений от удаленно расположенных загрязнителей и, в-пятых, образование вторичных загрязнителей при разрушении первичных загрязнителей. Для полноценного контроля качества воздуха недостаточно только осуществлять мониторинг выбросов на промышленных предприятиях, а необходимо учитывать всю совокупность влияющих

факторов, определяющихся метеорологической обстановкой, с учетом рельефа и типа поверхности, имеющейся застройкой, сезонной изменчивости.

Для решения задачи объективного контроля качества воздуха в промышленном регионе в наилучшей степени подходит система оперативного контроля и прогноза и управления качеством воздуха, которая учитывает влияние локальных и удаленных загрязнителей, прямые и обратные связи, обладает возможностями получения оперативной информации и подсистемой прогнозирования состояния приземного слоя атмосферы, учетом влияния структуры подстилающей поверхности и рельефа на локальные метеорологические переменные, возможностью воздействия на газообразные и аэрозольные загрязнители в целях минимизации их негативного влияния на человека и экосистему, в целом.

Основные особенности системы контроля, прогноза и управления качеством воздуха, разработанной в Российском государственном гидрометеорологическом университете (РГГМУ) и ЕИМ Инжиниринг:

- Осуществление 4-мерного мониторинга газовой и аэрозольной компонент атмосферы на основе комплексной системы геофизического мониторинга, состоящей из репрезентативной сети специализированных метеорологических станций, станций экологического контроля, стационарных и мобильных комплексов лидарного зондирования атмосферы, метеорологических радиолокаторов и иных станций мониторинга воздушной обстановки, которые дают информацию о природе и происхождении загрязнений;

- Использование комплекса численных моделей расчета изменения содержания атмосферных газов и аэрозолей в атмосфере на основе оценки текущего состояния, влияния наземных выбросов, метеорологии и атмосферной трансформации, с усвоением данных оперативных измерений состояния качества воздуха;

- Использование методологии численного прогноза изменения качества окружающей среды на основе данных оперативного контроля текущей ситуации, прогноза изменения содержания атмосферных газов и аэрозолей в атмосфере и метеорологической обстановки, с учетом выбросов загрязняющих веществ с поверхности;

- Использование методологии оценки чувствительности газового и аэрозольного состава воздуха к изменчивости метеорологической обстановки, выбросам загрязняющих веществ с поверхности, других физических и химических факторов, имеющих потенциал для управления качеством воздуха в мегаполисах и крупных промышленных центрах;

- Использование методологии оценки химических и физических закономерностей изменчивости газового и аэрозольного состава атмосферного воздуха вследствие внешних (в том числе искусственных) химических и физических воздействий, степени подверженности атмосферному переносу и временному фактору;

- Использование технических решений оперативного и долгосрочного химического и физического воздействия на газовый и аэрозольный состав атмосферного воздуха, в целях минимизации негативного влияния загрязнителей на человека и экосистему исследуемых районов;

- Использование автоматизированную экономически эффективную систему мониторинга, прогноза и управления качеством окружающей среды в промышленных районах.

#### Цели и задачи системы оперативного контроля и прогноза качества воздуха

1. Мониторинг первичных и вторичных загрязнителей по всей площади зоны промышленного района (все доступные измерения);

2. Оценка степени влияния локальных и удаленных загрязнителей на регистрируемое качество воздуха в промышленном районе на основе информации о концентрациях загрязняющих веществ, метеорологической ситуации, состояния подстилающей поверхности в конкретный день (РГГМУ);

3. Прогноз будущего изменения качества воздуха в промышленном регионе в ближайшие дни на основе информации о текущем состоянии качества воздуха и прогноза изменения метеорологической ситуации и состояния подстилающей поверхности (РГГМУ);
4. Визуализация текущего состояния качества воздуха и метеорологической ситуации в промышленном регионе и прогноза на ближайшие дни (РГГМУ);
5. Выработка рекомендаций о целесообразности ограничения промышленной деятельности или ее интенсификации в ближайшие дни на основе прогноза изменения качества воздуха и метеорологической ситуации (РГГМУ);
6. Выработка рекомендаций о целесообразности использования систем активного воздействия на качество воздуха в промышленном регионе в ближайшие дни (РГГМУ);
7. Организация мероприятий по активному воздействию на качество воздуха в промышленном регионе в ближайшие дни (ЕИМ Инжиниринг).

#### Литература

1. Химик В.В. Поэтика низкого, или Просторечие как культурный феномен. – М., 2019.
2. Костомаров В.Г. Языковой вкус эпохи. Из наблюдений над речевой практикой масс-медиа. – СПб, 2000.
3. Мокиенко В.М., Никитина Т.Г. Большой словарь русского жаргона. – СПб, 2000.

### **Monitoring, forecasting and managing air quality on a continental, regional and local scale**

**Smyshlyayev S.P.<sup>1</sup>, Maragaeva A.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>– *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia,  
г. Санкт-Петербург, Россия, smyshl@rshu.ru*

<sup>2</sup> – *EIM engineering, Saint Petersburg, Russia, anna@eim-engineering.ru*

Abstract. The main features of the system for monitoring, forecasting and managing air quality, developed at the Russian State Hydrometeorological University (RSHU) and EIM Engineering and intended for the implementation of 4-dimensional monitoring of the chemical composition of atmospheric air, calculating changes in the content of atmospheric gases and aerosols in the atmosphere based on the assessment of the current state, influence of ground emissions, meteorology and atmospheric transformation, with the assimilation of data from operational measurements of the state of air quality, forecasting future changes in air quality based on an assessment of the current state and air quality management based on the use of a dust suppression system Key words: air quality, numerical modeling, monitoring, dust suppression.

Круглый стол  
«МОРСКОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ – ДОРОЖНАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ»

## Ограничения и сложности реализации морского пространственного планирования в России

**Блиновская Я.Ю.**

*ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, Россия,  
blinovskaia.iain@dvfu.ru*

Аннотация. В докладе приведен анализ сложностей и ограничений системы морского пространственного планирования в Российской Федерации. В соответствии с этим необходим поиск оптимального пути в сфере организации экологически безопасного природопользования с учетом не только внутригосударственных интересов, но и международного опыта морского пространственного планирования.

Ключевые слова: морское пространственное планирование, экологическая безопасность, экосистемный подход, устойчивое развитие

Россия – великая морская держава, обладающая колоссальным природно-ресурсным потенциалом. Хозяйственная деятельность в ее прибрежно-морской зоне реализуется неравномерно в разных регионах и регулируется на основе ведомственного подхода, что приводит к возникновению конфликтов, механизмы решения которых не могут быть урегулированы в рамках действующего законодательства. В этой связи система морского пространственного планирования, успешно развивающаяся в других странах, могла бы стать эффективным инструментом, позволяющим оптимизировать природопользование в прибрежно-морской зоне.

Цели морского пространственного планирования – обеспечить более рациональное использование морского пространства с учетом взаимодействия между различными морепользователями, сбалансировать требования экономического развития с необходимостью защиты окружающей среды, содействовать достижению социальных и экономических целей путем планирования и открытого обсуждения [1]. Выбор наиболее актуальной цели, с точки зрения текущих приоритетов и более отдаленных перспектив развития, конкретной приморской территории зависит от множества обстоятельств [2, 3].

В течение последних 10 лет развитие МПП и зонирования морского пространства стало решающим шагом в создании природопользования, основанного на принципах экосистемного подхода. МПП направлено на сведение к минимуму: конфликтов между природопользователями; негативных последствий природопользования (путем распределения пространства и применения зонирования для различных целей). По существу, МПП является инструментом планирования, который способствует интегрированному, дальновидному и последовательному принятию решений по использованию морских территорий.

Одной и наиболее сложных задач морского планирования как инструмента трансграничных согласований является определение вектора разделения международно-правового статуса морских пространств России и соседних государств на основе разграничения морской территории. Концепция морской пространственной организации территории России позволяет реализовать требования по обоснованию мероприятий по территориальному планированию акваторий, разработке вариантов пространственного развития (с учетом интересов других отраслей и видов деятельности), а также оценки возможных направлений развития конкретной акватории и анализа ее комплексного развития. Таким образом, очевидно, что МПП имеет благоприятные перспективы

для реализации в прибрежно-морской зоне России.

Реализация пространственного планирования в российских акваториях имеет ряд принципиальных ограничений, наиболее значимым из которых является только лишь формирующаяся нормативно-правовая база. Вместе с тем в рамках международных соглашений и договоров Россия выполняет ряд обязательств по применению инструментария МПП. Также существуют противоречия и организационно-административные конфликты в области межведомственного сотрудничества, как вертикального, так и горизонтального. Кроме того, практически не осуществляется взаимодействия внутри научно-исследовательского сектора. Специалисты разных институтов часто параллельно выполняют аналогичные работы, не получая положительного отклика от коллег, что, разумеется, сказывается на их качестве. Процесс морского пространственного планирования должен реализовываться системно, в едином информационно-аналитическом поле. Это подразумевает объединение ресурсов профильных институтов, научно-исследовательских организаций, коммерческих структур. И здесь необходимо объединять усилия для достижения общей цели. Нездоровая конкуренция, которая часто проявляется при выполнении подобных работ, не лучшим образом сказывается на результатах.

#### Литература

1. Кононенко, М.Р. Подходы к морскому пространственному планированию в акватории Финского залива / М.Р. Кононенко, И.М. Марковец, Э.В. Подгайский // Ученые записки российского государственного гидрометеорологического университета. – № 35 – 2014. – С. 151 – 155.
2. Денисов, В.В. Морское пространственное планирование в арктических и субарктических регионах РФ: проблемы реализации (на примере Мурманской области) / В.В. Денисов, А.П. Жичкин, А.М. Васильев // Север и рынок. – №3 (40) – 2014. – С. 18 – 21.
3. Кононенко М.Р. Анализ влияния отраслевых политик России на морское пространственное планирование акватории Балтийского моря / М.Р. Кононенко, И.М. Марковец, Э.В. Подгайский // Региональная экология. – № 1-2 (35) – 2014. – С. 153 – 155.

### **Limitations and difficulties of implementation of marine spatial planning in Russia**

**Blinovskaya Ya.Yu.**

*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation, blinovskaia.iaiu@dvfu.ru*

Abstract. The report provides an analysis of the difficulties and limitations of the marine spatial planning system in the Russian Federation. In accordance with this, it is necessary to find the best way to organize environmentally sound management, taking into account not only domestic interests, but also international experience in marine spatial planning.

Key words: marine spatial planning, environmental safety, ecosystem approach, sustainable development

## Структура береговой техносферы Невской губы

Бобылев Н.Г.<sup>1</sup>, Шилин М.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>-Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,

<sup>2</sup>-Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Представлены результаты наблюдений за структурой и функционированием техносферы в прибрежной зоне Невской губы и ее влиянием на прибрежные биологические сообщества. Информация об установленных уровнях экологической уязвимости различных участков акватории Невской губы может быть использована в интересах морского территориального планирования.

Ключевые слова: Невская губа, береговая техносфера, антропогенное воздействие.

Невская губа - верхний эстуарий Невы, отграниченный Финского залива «дамбой» Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС). Официальное введение КЗС в рабочий режим 12 августа 2011 г. фактически ознаменовало преобразование Невской губы из естественного пресноводного водоема в природно-техническую систему (ПТС), в которой вещественно-энергетические потоки в значительной степени управляются путем оперирования водо- и судопропускными сооружениями.

В качестве основных видов антропогенного воздействия на биологические сообщества Невской губы могут быть перечислены: гидротехнические работы и дноуглубление; эвтрофикация; химическое загрязнение водной среды; перелов рыбы; транспорт и туризм; добыча полезных ископаемых (песка); берегозащитные сооружения; сезонное рыболовство и охота; сезонная рекреационная нагрузка; военная деятельность. Наиболее выраженное стрессовое воздействие на гидробионтов оказывают гидротехнические работы, прежде всего - дноуглубление, перемещение грунта (дреджинг) и его сброс в подводные отвалы.

В результате интенсивной антропогенной деятельности в Невской губе к настоящему времени образовалась береговая техносфера, основными компонентами которой являются портовые сооружения с подходными путями и фарватерами и искусственно сформированные прибрежные территории. Доля последних в ПТС Невской губы постоянно увеличивается.

На искусственно сформированных территориях в Невской губе размещены антропогенные макро-объекты – Большой порт и Морской Фасад Санкт-Петербурга, аванпорт Бронка, Лахта-Центр, многофункциональный комплекс жилищного и делового назначения «Балтийская жемчужина», элементы инфраструктуры Газпром-Арены и др. Во время реализации гидротехнических / дреджинговых проектов по формированию искусственных территорий для размещения на них техносферных макро-объектов, сопровождавшейся сбросом больших объемов извлеченного грунта в подводные отвалы Северной и Южной Лахты, значительное число экологически ценных прибрежных местообитаний было частично или полностью разрушено – в частности, заросли прибрежно-водной растительности («плавни»), в естественных условиях использовавшиеся рыбами и птицами в качестве мультифункциональных биотопов.

По результатам проведенных исследований установлено, что наибольшее воздействие в целом на прибрежную зону Невской губы оказывают стрессовые эффекты от проведения гидротехнических и дреджинговых работ: перемещение грунта, изменение батиметрических характеристик, нарушение структуры донных отложений, увеличение концентрации взвешенных частиц в водной толще, увеличение мутности, рассеяние и осаждение взмученных отложений, уменьшение содержания кислорода, шумовое загрязнение.

Чувствительность различных компонентов биологических сообществ к воздействию техносферы в целом, и гидротехнических работ – как к основной составляющей части антропогенного пресса, по результатам многолетних исследований признана варьирующей в широких пределах.

Наибольшей чувствительностью по отношению к дноуглубительным работам и увеличению содержания взвеси характеризуются донные беспозвоночные, а также икра и мальки рыб. На втором месте по чувствительности находятся макрофиты и экологически связанные с ними рыбы и рыбообразные. Третье место занимает зоопланктон, особенно чувствительный к увеличению содержания взвеси в воде. Четвертое место занимают водно-болотные птицы, ущерб популяциям которых носит косвенный характер, через снижение кормовой базы – запасов зоопланктона и бентоса. Фитопланктон отвечает на увеличение концентрации взвеси снижением интенсивности фотосинтеза и темпов продукционных процессов. Однако, планктонные водоросли способны быстро восстановить численность своих популяций практически сразу же после снятия антропогенной нагрузки (чему будет способствовать проточный режим рассматриваемой акватории). Наконец, околородные млекопитающие, представленные в районе исследований американской норкой, могут достаточно быстро откочевывать из некомфортных биотопов с повышенным уровнем фактора беспокойства.

Общая (интегральная) чувствительность и уязвимость различных участков акватории и побережья к операциям, связанным с дноуглублением, определяется различной встречаемостью в них перечисленных групп организмов и их специфической чувствительностью к возможным воздействиям. Анализ пространственного распределения интегральной уязвимости исследуемой экосистемы показал, что к районам, наиболее уязвимым в отношении воздействия дноуглубления, в первую очередь относятся мелководные участки. Это связано с концентрацией на этих участках перечисленных выше компонентов биологических сообществ (групп организмов), обладающих наибольшей специфической уязвимостью – донных беспозвоночных (бентоса), рыб (как взрослых, так и молоди) и макрофитов.

Представленность рассмотренных уязвимых групп организмов в исследованном районе изменяется по сезонам. Общая экологическая уязвимость геосистемы Невской губы по отношению к прессу техносферы снижается в ряду: весна > лето > осень > зима. При этом районы с высокими скоростями проточного течения менее чувствительны, чем участки, на которых течение замедляется.

## **The structure of the coastal technosphere of the Neva Bay**

**Bobylev N.G.<sup>1</sup>, Shilin M.B.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>-St.-Petersburg State University, St.-Petersburg, Russia*

*<sup>2</sup>- Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

Abstract. The results of observations on the structure and functioning of the technosphere in the coastal zone of the Neva Bay and its impact on coastal biological communities are presented. Information about the established levels of environmental vulnerability of various sections of the Neva Bay water area can be used for the benefit of marine spatial planning.

Key words: Neva Bay, the technosphere in the coastal zone, anthropogenic impact

## **Природные условия и хозяйственная деятельность в российской части Юго-восточной Балтики, как база для морского пространственного планирования**

**Домнин Д.А., Домнина А.Ю., Чубаренко Б.В.**

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия, dimanisha@gmail.com*

Аннотация. Обсуждается подготовка базовой пространственной информации о природных условиях и хозяйственной деятельности в российской части Юго-восточной Балтики для решения вопросов морского пространственного планирования.

Ключевые слова: морское пространственное планирование, Юго-восточная Балтика, Калининградская область

В юго-восточной части Балтийского моря Россию представляет Калининградская область, включающая открытую часть моря и внутренние трансграничные акватории Куршского и Калининградского/Вислинского заливов. Для экономического развития региона морская деятельность является одной из приоритетных.

Отмеченные акватории традиционно используются для рыболовства, судоходства, добычи полезных ископаемых, рекреации. Наряду с соперничеством между видами использования морского пространства, возникают противоречия между условиями окружающей среды и деятельностью человека. Поэтому для предотвращения существующих и возможных конфликтов, а также для оптимизации сотрудничества между разными экономическими направлениями и социальной сферой, соблюдения природоохранных норм необходимо знание об условиях природной среды, основных пользователях морских акваторий.

При характеристике природной среды следует уделить внимание основным элементам акваторий: конфигурации береговой линии, местам впадения рек, рельефу дна, донным осадкам, месторождениям полезных ископаемых, подводным опасностям, распространению водной растительности, районам нереста, охраняемым природным территориям, физическим свойствам вод. Природные условия во многом определяют виды хозяйственной деятельности.

Наименьшее использование акватории и водной толщи характерно для Куршского залива (Домнина, 2019). Здесь основным видом использования является рыболовство. В заливе имеются судоходные маршруты, в населённых пунктах – якорные стоянки и причальные стенки. Все прочие виды деятельности носят эпизодичный и локальный характер.

Калининградский/Вислинский залив имеет наиболее развитое хозяйственное использование среди всех акваторий Калининградской области (Чубаренко и др., 2015). Навигационными маршрутами залив связывает порты Калининградской области с портами на территории Польши (Каталог..., 2015). В северной части расположен Калининградский морской канал (КМК), вдоль которого находится инфраструктура порта Калининград и портов промышленных предприятий. В канале и заливе ведутся дреджинговые работы, происходит разработка песчаного материала. На юге российской части залива проходит линия подводных коммуникаций. В Вислинском заливе ведётся активный вылов рыбы (Регион..., 2014). В части акватории существуют зоны с ограниченным использованием. Существуют наработки размещения в заливе ветроэнергетических установок.

Через открытую акваторию российской части Юго-восточной Балтики проходят судоходные маршруты, связывающие порт Калининград с другими российскими и иностранными портами. В прибрежной части расположены полигоны сброса грунта, изымаемого в результате дреджинга в КМК. Часть акватории входит в зону ограниченного использования. На шельфе расположена морская стационарная платформа по добыче нефти, которая передаётся на сушу по подводному трубопроводу. Кроме того, в акватории российской части Балтийского моря находятся терминал по приёму природного газа и плавучая регазификационная установка. На побережье открытой части Балтийского моря расположены основные рекреационные места: курортные города, пляжи, национальный парк.

В настоящее время странами Балтийского моря реализуется Региональная дорожная карта Балтийского моря по морскому пространственному планированию (МПП) на 2013-2020 гг., в ходе которой представители государств совместно планируют использование морских акваторий (Palmowski, Tarkowski, 2018). В России этот процесс не может пока реализовываться из-за отсутствия соответствующей законодательной базы. К настоящему времени России удаётся удерживаться на уровне остальных стран Балтийского моря только силами научных организаций, которые в рамках отдельных проектов и инициатив в сотрудничестве с организациями соседних стран развивают вопросы научного обоснования и подготовки картографических основ для решений по МПП.

Планирование деятельности в акватории неразрывно связано с планированием на прилегающей территории. Зачастую проблемы возникающие в морской акватории имеют источник на территории: сброс сточных вод, ведение сельского хозяйства влияет на качество воды и эвтрофикацию в море или заливе (Домнина, 2019). Или же наоборот, процессы происходящие в море определяют деятельность на суше: нагонные ветры и подъём воды в заливах вызывают наводнение на низинных землях, а выбросы морских водорослей могут служить источником удобрений, или негативно влиять на развитие рекреационных зон (Gorbunova, Chubarenko, 2020). Таким образом, территориальное планирование, являющееся неотъемлемой частью регионального развития, может быть совмещено с планированием морских акваторий, что позволит учитывать выгоды от хозяйственной деятельности и условий природной среды по обе стороны от береговой линии.

Подготовка базовой пространственной информации о хозяйственной деятельности и природных условиях выполнено в рамках Проекта Capacity4MSP Interreg Baltic Sea Region Program, в том числе анализ воздействия выбросов водорослей на прибрежную зону в рамках Проекта CONTRA Interreg Baltic Sea Region Program, оценка взаимосвязи акватории и прилегающей территории проведена за счёт госзадания ИО РАН, тема № 0149-2019-0013.

#### Литература

1. Домнина А.Ю. Виды использования и природные условия акватории Куршского залива и прибрежной территории // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2019. № 1. С. 46—56.

2. Каталог малых портов и гаваней Калининградского/Вислинского залива / Под ред. Чубаренко Б.В., Шванковска Б., Федорова Г.М., Гриценко В.А. – Москва: Изд-во «Экслибрис». – 2015. – 180 с.

3. Регион Калининградского/Вислинского залива: современное состояние и сценарии развития / под ред. В.Кушевски, Г.М. Федорова, Б.В. Чубаренко, В.А. Гриценко. Калининград: БФУ им. И. Канта, - 2014 - 216 с.

Чубаренко Б.В., Михайличенко Ю.Г., Домнина А.Ю., Домнин Д.А., Колосенцева М.Я., Тарарук О.В., Цесляк А., Зауха Я. Вопросы морского пространственного планирования для Калининградского/Вислинского залива / Пространственное планирование как инструмент координации развития портов и гаваней Калининградского/Вислинского залива. Калининград, 2015. С. 6-16.

Gorbunova J., Chubarenko V. Beach wrack as a potential natural resource in the South-Eastern Baltic, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-19982, doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-19982

5. Palmowski T., Tarkowski M. 2018, Baltic Cooperation in Marine Spatial Planning, Balt. Reg., Vol. 10, no. 2, p. 100—113. doi: 10.5922/2079-8555-2018-2-7.

## **Conditions of the environment and economic activity in the Russian part of the South East Baltic, as a background for marine spatial planning**

**Domnin D., Domnina A., Chubarenko B.**

*Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,  
dimanisha@gmail.com*

Abstract. The paper discusses the preparation of basic spatial information on environment and economic activities in the Russian part of the South East Baltic to address the issues of marine spatial planning.

Keywords: marine spatial planning, South East Baltic, Kaliningrad Oblast

## Продвижение дорожной карты Морского пространственного планирования в Российской Федерации

Лаппо А.Д.,<sup>1</sup> Данилова Л.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Научно-исследовательский проектный институт аква-территориального планирования  
Ермак Северо-Запад

Аннотация. Одной из основных задач российских партнеров проекта «Capacity4MSP» является разработка и продвижение Дорожной карты морского пространственного планирования в Российской Федерации.

Ключевые слова: морское пространственное планирование, управление морской деятельностью, экосистемный подход, устойчивое управление морскими ресурсами

Дорожная карта морского пространственного планирования (МПП) региона Балтийского моря на 2013-2020 годы предписывает странам РБМ разработать и утвердить когерентные национальные морские планы на основе экосистемного подхода к 2021 году. Все страны РБМ кроме России являются членами ЕС и выполняя Дорожную карту МПП РБМ и Директиву ЕС по МПП (2014/89/EU) завершают разработку своих планов. Этому предшествовал ряд международных пилотных трансграничных проектов по МПП, разработка региональных методических документов, создание механизма трансграничного взаимодействия и согласования морских планов под руководством Рабочей группы Хелком-Васаб по МПП.

В связи с завершением срока действия Дорожной карты МПП РБМ 2020, начата работа по её пролонгации (в новой редакции) на 2021-2028 годы. Новая редакция ДК предусматривает тесную интеграцию стран региона в вопросах устойчивого использования ресурсов Балтийского моря и оценки применения экосистемного подхода к планированию.

Россия не в полной мере осуществила реализацию Дорожной карты МПП РБМ 2013-2020. Выполнен ряд пилотных проектов в российских акваториях, разработан инструментарий МПП, в то же время разработка Закона о морском пространственном (акваториальном) планировании не завершена. В этой связи России необходимо в сжатые сроки наверстать отставание от других стран региона. Способствовать решению этого вопроса должна Российская Дорожная карта МПП, разрабатываемая проектом Capacity4MSP. Разработчиками Российской Дорожной карты МПП являются Институт Ермак Северо-Запад и РГГМУ.

Предлагаемая структура Российской Дорожной карты МПП:

### Блок 1. Законодательство включает:

- Принятие Закона о государственном управлении морской деятельностью
- Разработка и принятие закона «О морском (акваториальном) пространственном планировании в Российской Федерации»
- Разработка и принятие закона «О комплексной (стратегической) экологической оценке в Российской Федерации»
- Корректировка действующих федеральных и региональных законов

### Блок 2. Организационные мероприятия

- Определение уполномоченного ФОИВ
- Соглашения о передаче полномочий в регионы
- Определение региональных уполномоченных органов власти
- Формирование базы данных для МПП
- Разработка МПП федерального уровня
- Разработка МПП регионального уровня

### Блок 3. Научно-технические мероприятия

- Разработка структуры и состава морского пространственного плана
- Определение структуры и состава базы данных МПП

- Разработка методических рекомендаций по комплексной (стратегической) экологической оценке
- Разработка методических указаний по МПП федерального и регионального уровней
- Разработка пилотных МПП российских акваторий с учетом региональных особенностей

#### **Блок 4. Образование**

- Определение профильных учебных заведений
- Разработка программы курса по МПП
- Включение МПП в образовательные программы профильных вузов

Важнейшими направлениями стратегии продвижения МПП в России являются информирование и учет интересов заинтересованных сторон. С этой целью проектом проведены анкетирование стейкхолдеров и круглые столы в приморских регионах России – Краснодарском и Приморском краях, Мурманской и Калининградской областях, Санкт-Петербурге, Москве. Тематика морского пространственного планирования и вопросы его продвижения вынесены на ряд международных форумов (2020-2021).

В августе 2020 года ЕрмакСЗ выполнил анкетирование российских стейкхолдеров МПП. Анкеты были направлены представителям федеральных и региональных органов власти, бизнес-структур, органов местного самоуправления, научных, образовательных и общественных организаций. Всего было разослано 450 анкет, получено 219 ответов. 68% опрошенных поддерживают необходимость осуществления МПП в России. Среди региональных органов власти и органов местного самоуправления уровень поддержки МПП составил 86%.

#### **Литература**

1. Andrei Lappo, Larisa Danilova, 2015. Pilot projects on maritime spatial planning in the Russian Federation., *Bulletin of the Maritime Institute in Gdansk*, 30 (1), p. 23-40
2. Andrei Lappo, Larisa Danilova, 2016. To the question about holistic GOF MSP. Finland - Russia - Estonia. Preliminary recommendations., *International Scientific Forum «Gulf of Finland – Natural dynamics and anthropogenic impact»*, Finnish Environment Institute SYKE, p. 428-439
3. Larisa Danilova, MSP in Russian Federation, 2019. UNESCO Maritime Spatial Planning Forum Global Meets Regional / Baltic 3rd MSP Forum abstracts

### **Promotion of the Maritime Spatial Planning Roadmap in the Russian Federation**

**Andrei Lappo,<sup>1</sup> Larisa Danilova,<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> - *Scientific and Research Institute of Maritime Spatial Planning Ermak NorthWest*

Abstract. One of the main tasks of the Russian partners of the Capacity4MSP project-platform is the development and promotion of the Russian MSP Roadmap.

Keywords: maritime spatial planning, management of marine activities, ecosystem-based approach, sustainable management of marine resources

## **Место морского пространственного планирования в системе управления морепользованием**

**Плинк Н.Л.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия plink@rshu.ru*

Аннотация. Рассматривается возможность развития интегральных подходов к управлению морепользованием за счет внедрения инструмента МПП. Особое внимание уделяется обсуждению места и роли МПП в составе интегральной модели управления морепользованием.

Ключевые слова: морское пространственное планирование, управление морской деятельностью, интегральные методы управления

Усиление интереса к размещению объектов морской деятельности на акватории, интенсивное развитие приморских территорий, внедрение экосистемного подхода к оценке морской и прибрежной деятельности привели к появлению нового направления в системе управления морепользованием, основанного на интегральном подходе и получившего название *морское пространственное планирование* (МПП). МПП рассматривается как процесс оценки, анализа и функционального зонирования человеческой активности на морских пространствах с учетом текущего и планируемого её развития. Внедрение инструмента МПП может не только обеспечить рациональное использование морских пространств, но и ускорить процесс принятия решений в сфере морепользования, избежать потенциальных конфликтов между различными участниками морской деятельности, сохранить качество окружающей среды, а также уменьшить транзакционные издержки при реализации проектов и улучшить инвестиционный климат [1]. Однако, в Российской Федерации, в отличие от других морских государств, МПП практически не используется. На наш взгляд, в РФ существует целый ряд системных противоречий, которые затрудняют внедрение МПП в практику морепользования, которые должны быть решены в рамках подготовки и последующей реализации Дорожной карты. Одной из основных причин отставания является общая неразвитость интегрального подхода, что связано с имеющим место противоречием - желанием внедрить по отношению к морской деятельности комплексный, целостный подход в условиях отраслевого (фрагментарного) управления.

Таким образом, хотя целью Дорожной карты является непосредственное внедрение МПП, одной из задач дорожной карты должно стать создание оптимальных условий для использования МПП как инструмента, позволяющего улучшить систему управления морепользованием, в целом. Процесс последовательного перехода к интегральной модели управления морепользованием можно представить как создание нескольких взаимосвязанных управленческих подсистем, каждая из которых направлена на реализацию конкретной функции управления (КФУ) [1]. Интегральная модель управления морепользованием построена на основе организационной структуры матричного типа, основанного на комбинации линейных и функциональных связей. Предлагаемая модель включает четыре подсистемы (КФУ): комплексное управление прибрежными зонами, морское пространственное планирование, управление морским макрорегионом, океаническое соуправление. Реализация КФУ осуществляется в рамках комплексных моделей трех уровней: федерального, регионального и муниципального (рис.1). Наряду с организационной структурой разработана схема функционального содержания указанных подсистем. Предложена архитектура комплексных моделей различного уровня с учетом принятого ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (№172-ФЗ). Каждая комплексная управленческая модель включает выполнение всех КФУ с учетом соответствующего уровня принятия решений (федерального, регионального, муниципального). Реализация подсистемы КУПЗ должна обеспечить необходимый уровень интеграции при объединении приморских территорий и прибрежных акваторий конкретных побережий страны в отдельный единый объект государственного управления [2].



Рисунок 1– Матричная организационная структура интегральной модели управления морепользованием с учетом различного уровня государственного управления

Подсистема МПП обеспечивает устойчивое развитие морской деятельности с учетом экологических, организационных и других требований. Подсистема управления макрорегионом позволяет гармонизировать планы соседних регионов (стран) и обобщить их в виде планов управления крупных по площади акваторий (например, Белого или Охотского морей). Подсистема соуправления, представляя собой вариант демократического управления деятельностью по освоению Мирового океана силами правительств, региональных и локальных сообществ, промышленности, бизнеса, неправительственных организаций и других заинтересованных сторон, ориентирована на согласование интересов и позиций всех субъектов и на всех уровнях принятия решений ради достижения целей гражданского общества отдельных стран и мира в целом.

#### Литература

1. Плинк Н.Л., Кузнецова М.Н. МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ. - Труды III Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2019. – 1023 с.
2. «Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года», утверждена распоряжением Правительства РФ от 30 августа 2019г. №1930-р

### Place of Maritime Spatial Planning in integrated system of sea management

**Plink N.L.**

Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia  
 plink@rshu.ru

Abstract. Introduction of Maritime spatial planning is considered as development of integrated approach in practice of marine and coastal resources use, as well as managing of maritime activity. Special attention is paid to discussion of place and role of MSP in integrated system of sea management.

Key words: maritime spatial planning, sea management, integrated approach.

## Рекомендации по решению проблем имплементации морского пространственного планирования в Российской Федерации

Семеошенкова В.С.<sup>1</sup>, Плинок Н.Л.<sup>1</sup>, Еремина Т.Р.<sup>1</sup>, Ершова А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский Государственный Гидрометеорологический Университет (РГГМУ)*

Аннотация. В рамках реализации проекта-платформы "Capacity4MSP" были определены основные проблемы имплементации морского пространственного планирования (МПП) в Российской Федерации и разработаны практические рекомендации по их преодолению.

Ключевые слова: управление морской деятельностью; морское пространственное планирование; комплексное управление прибрежными зонами, океаническое со – управление.

Вопрос о необходимости внедрения в практику морепользования концепции морского пространственного планирования (МПП) в Российской Федерации не является новым. Использование концепции МПП в значительной степени было инициировано за счет участия российских партнеров в различных международных программах. На национальном уровне попытки развития инструментария МПП, в основном, имели региональный аспект и были направлены на решение конкретных проблем Балтийского и Черноморского побережья, АЗРФ, прибрежной зоны Дальнего Востока. Однако все выполненные проекты носили характер инициативных разработок, а их результаты имели рекомендательный характер и не получили статуса нормативных документов. По мере накопления опыта МПП в Российской Федерации было предпринято несколько попыток придать МПП определенный легальный статус. Диапазон этих усилий варьировался от попытки концептуального утверждения стратегических документов МПП на уровне федерального органа исполнительной власти до включения тематики МПП в федеральное законодательство. Однако наличие системных противоречий, которые не были своевременно разрешены, послужили, в определенной степени, барьерами-препятствиями, которые не позволили имплементировать концепцию МПП в структуру управления морепользованием в Российской Федерации.

В рамках реализации проекта-платформы "Capacity4MSP", на основе изучения практики применения МПП в России и за рубежом, были определены основные проблемы в институциональной, организационной, образовательной и законодательной сферах, возникающие на пути имплементации МПП в России [1,2] и разработаны рекомендации по их преодолению, которые должны быть включены в проект дорожной карты по внедрению инструмента МПП в практику планирования комплексного развития морской деятельности в России.

**1) Несовершенство законодательной и нормативной базы МПП.** Для решения данной проблемы необходимо создание законодательной и нормативно-правовой базы по МПП, а также методических документов и требований по реализации этого инструмента в России. Прежде всего, необходима разработка федерального закона о морском пространственном планировании, регулирующего отношения между органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, физическими и юридическими лицами, возникающие при осуществлении всех возможных видов деятельности на акватории морей и водоемов. Закон должен включать перечень стратегических документов МПП и порядок их утверждения.

**2) Недостаточное знакомство с концепцией МПП.** Отсутствие необходимого понятийного аппарата и четкого понимания о роли подсистемы МПП в формировании эффективной организационно-функциональной структуры управления морской деятельностью может создать неверное представление об МПП, как дополнительной бюрократической ненужной процедуре. Это затруднит внедрение МПП и не позволит в полной мере реализовывать его основные принципы, такие как экосистемный подход, адаптивный менеджмент, ориентацию в будущее,

общественное участие и т.п.

**3) Несовершенство методического сопровождения процедуры МПП.** Отсутствие методических рекомендаций по получению адекватной экономической оценки экосистемных услуг, проведению стратегической оценки экологического воздействия, использования других инструментов, обеспечивающих научное обоснование процесса МПП, усложняет принятие эффективных решений для МПП. В ходе подготовительной фазы в рамках выполнения Дорожной карты необходимо предусмотреть разработку необходимого методического обеспечения процесса МПП. Разработка единой методологии оценки экосистемных услуг способствовала бы определению допустимых антропогенных нагрузок на прибрежную экосистему, определению объемов и степени использования ресурсов, минимизации естественных и антропогенных рисков, эффективному распределению различных видов антропогенной активности, снижению конфликтов.

**4) Низкий уровень использования интеллектуальных информационных технологий.** Ограниченные возможности для сбора и обмена информацией, несовершенство информационной базы, отсутствие необходимых баз данных затрудняют организацию отраслевого взаимодействия и координацию морской хозяйственной деятельности, что может привести к неэффективному управлению морским природопользованием в Российской Федерации, затруднить организацию безопасного использования прилегающих морских акваторий. Необходимым условием развития МПП и повышения эффективности управления морским природопользованием в Российской Федерации является совершенствование информационной базы и применения интеллектуальных информационных технологий для обработки информации об использовании морского пространства различными видами хозяйственной деятельности для устойчивого управления пространством и конфликтами на море.

**5) Недостаток обученных специалистов в области МПП.** Важным препятствием на пути имплементации МПП в РФ является отсутствие необходимых кадров, знакомых с концепцией МПП и подготовленных для использования межсекторальных и междисциплинарных комплексных подходов к системе управления развитием прибрежных акваторий. Эта проблема может быть решена как за счет академического, так и дополнительного образования, а именно разработки курса по МПП, обмена опытом, включая ее международную составляющую, повышение информированности населения, улучшение системы обучения и подготовки кадров. Кроме того, необходим анализ и распространение положительного опыта, полученного в ходе продвижения отдельных элементов и положений МПП в практическую деятельность рационального использования морских акваторий. Укрепление потенциала заинтересованных сторон в МПП, директивных органов и лиц, принимающих решения возможно посредством активизации диалога и расширения накопленных знаний в области МПП.

#### Литература

- 1) Ершова А.А., Вицентий А.В., Гогоберидзе Г.Г., Шишаев М.Г., Ломов П.А., 2018. Морское пространственное планирование: возможности для приморских территорий и прилегающих акваторий Мурманской области. National Interests: Priorities and Security, 2018, vol. 14, iss. 2, pp. 269–287
- 2) European MSP Platform, <https://www.msp-platform.eu/projects>

## **Recommendations for solving the problems of the implementation of maritime spatial planning in the Russian Federation**

**Semeoshenkova V.S.<sup>1</sup>, Plink N.L.<sup>1</sup>, Eremina T.R.<sup>1</sup>, Ershova A.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University (RSHU)*

Abstract. Within the framework of the project platform “Capacity4MSP”, the main problems of implementation of the maritime spatial planning (MSP) in the Russian Federation were identified and practical recommendations were developed to overcome them.

Key words: management of maritime activities; maritime spatial planning; integrated coastal zone management, ocean co – management.

Круглый стол  
«МЕТЕОРОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»**Распределение специализированного биометеорологического показателя теплового стресса на южной части Европейской территории России****Балакин В.С., Шипко Ю.В.***ЦНИИ ВВС (Минобороны России), г.Щелково**e-mail: yshipko@mail.ru*

Аннотация. Представлено пространственно-временное распределение специализированного биометеорологического показателя оценки безопасности работ персонала на открытой местности в условиях жаркого климата.

Ключевые слова: биометеорологический показатель, безопасность работы, технологический период, функция Харрингтона.

Производственные процессы, протекающие на открытой местности в условиях высокой температуры воздуха, имеют определенные ограничения, обусловленные снижением работоспособности и риском для здоровья работающего персонала. При физической нагрузке в условиях работы на открытом солнце действия человека становятся неадекватными, организм подвергается изменениям, возникают отрицательные последствия: болезненные спазмы в мышцах, тепловое истощение, тепловой удар.

В практике метеорологического обеспечения различных потребителей для оценки влияния условий внешней среды на организм человека используются биометеорологические показатели (индексы), в число которых входят и тепловые индексы, которые нашли применение в климатологии, курортологии, отраслях экономики [1, 2]. Индексы «теплового стресса» учитывают комплекс «ключевых» факторов [3, 4] теплового воздействия: температуру и влажность окружающего воздуха, среднюю радиационную температуру, движение воздуха, суммарную метаболическую теплоту, выделяемую телом, физические особенности одежды. Большинство индексов оценивают или степень комфортности климатических условий, или эргономические свойства рабочих мест в помещении [5], или предполагают биометрические измерения в процессе работы персонала [3]. Однако известные биометеорологические индексы не соответствуют модели поддержки принятия метеозависимых решений, не учитывают требуемый временной производственный период.

Рассматривается специализированный биометеорологический показатель  $D$  оценки безопасности работ персонала на открытой местности в условиях жаркого климата [6], учитывающий технологический период  $\tau = 1, 2, 3$  часа. Модель показателя построена на базе обобщенной функции желательности Харрингтона [7] как свертка частных показателей «теплового стресса»: состояния человека при умеренной физической нагрузке в жарких условиях ( $WD$ ); теплоощущений (индекса эффективной температуры  $ET$ ); опасности условий жаркой среды ( $HI$ ) [2]. Рекомендуются альтернативная оценка безопасности работ (с физической нагрузкой 3 класса [4]) в течение времени  $\tau$ :  $D > 0,37$  – «безопасно»;  $D \leq 0,37$  – «опасно».

В качестве исходной информации использовались материалы реанализа параметров атмосферы NCEP/DOE AMIP-II [8] (на уровне 2 м), а также архивные данные по метеорологическим станциям (сети наблюдений Росгидромета) южной части Европейской территории России: Астрахань, Александров Гай, Верхний Баскунчак, Волгоград, Сочи за июль 1999–2018 гг. Рассматривались дневные сроки наблюдений 12, 15, 18 ч московского времени.

Для планирования мероприятий информативным показателем для различных потребителей метеорологической информации может служить показатель среднего числа дней в месяце с опасными биометеорологическими условиями (таблица 1).

Таблица 1 – Среднее число дней в июле с опасными ( $D \leq 0,37$ ) биометеорологическими условиями в районах станций (1999–2018 гг.)

| Технологический период, час | Станции наблюдений |           |                 |           |      |
|-----------------------------|--------------------|-----------|-----------------|-----------|------|
|                             | В. Баскунчак       | Волгоград | Александров Гай | Астрахань | Сочи |
| 3                           | 10,8               | 6,5       | 9,8             | 14,5      | 8,6  |
| 2                           | 8,7                | 5,1       | 8,6             | 12,8      | 7,7  |
| 1                           | 4,4                | 1,6       | 4,3             | 6,5       | 4,2  |

Как следует из приведенных результатов, наиболее напряженный (с точки зрения работ на открытой местности в условиях повышенных температур) район станции Астрахань. Похожие условия наблюдаются в районах Верхний Баскунчак, Александров Гай. Следует заметить, что среднее число дней в июле с опасными биометеорологическими условиями ( $D \leq 0,37$ ) в отмеченных районах уменьшается с сокращением времени  $\tau$  непрерывной работы персонала, поскольку для технологических периодов меньшей продолжительности возможны более жесткие метеорологические условия (по комплексу параметров температура – влажность), повторяемость которых в соответствующих районах снижается (и наоборот).

#### Литература

1. Головина Е.Г., Русанов В.И. Некоторые вопросы биометеорологии: Учебное пособие. СПб.: Изд. РГГМИ, 1993. 90 с.
2. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики / Под ред. Н.В. Кобышевой. СПб.: ЦНИТ «АСТЕРИОН», 2008. 336 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9886–2008. Эргономика термальной среды. Оценка температурной нагрузки на основе физиологических измерений. М.: Стандартинформ, 2009. 16 с.
4. ГОСТ Р ИСО 7243–2007. Термальная среда. Расчет тепловой нагрузки на работающего человека, основанный на показателе WBGT (температура влажного шарика психрометра). М.: Стандартинформ, 2008. 12 с.
5. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. СанПиН 2.2.4.3359–16. Утв. Главным санитарным врачом РФ 21.06.2016. № 81.
6. Шипко Ю.В., Балакин В.С., Шувакин Е.В. Обобщенный биометеорологический показатель безопасности работ на открытой местности в жарком климате // Информатика: проблемы, методы, технологии: сб. материалов XX Международной конференции, ВГУ, 13–14 февраля 2020 г. Воронеж: Изд-во «Научно-исследовательские публикации», 2020. С. 1125–1131.
7. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 280 с.
8. NCEP-DOE Reanalysis 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.esrl.noaa.gov/pcd/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html> (дата обращения: 16.05.2019).

**Specialized biometeorological heat stress index distribution  
in the southern part of the European territory of Russia**

**Balakin V.S., Shipko Yu.V.**

*Central Scientific Research Institute of Air Force (RF Ministry of Defense), Shelkovo  
e-mail: yshipko@mail.ru*

Abstract. The spatial-temporal distribution of the specialized biometeorological index of the assessment the safety of personnel working outdoors in hot climates is presented.

Key words: biometeorological index, safety of work, technological period, Harrington function.

## Методология оценивания эффективности гидрометеорологического обеспечения

**Борисов А.А.<sup>1</sup>, Жильчук И.А.<sup>2</sup>, Маков А.Б.<sup>1</sup>, Филиппенко В.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *ВКА имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, РФ, vka@mil.ru*

<sup>2</sup> – *Российский Государственный Гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург, РФ, rshu@rshu.ru*

Аннотация. Рассматривается подход к оцениванию эффективности гидрометеорологического обеспечения отраслей деятельности человека на основе определения вероятности достижения цели обеспечиваемой операции.

Ключевые слова: гидрометеорологическое обеспечение, показатель эффективности, логистическая регрессия.

При рассмотрении прикладного аспекта гидрометеорологического обеспечения (ГМО) деятельности человека возникает проблема оценивания его эффективности.

Существующие методы нахождения оценок эффективности ГМО основаны на определении рисков в денежном эквиваленте, возникающих от проведения или непроведения мероприятий по противодействию неблагоприятным гидрометеорологическим условиям.

Данный подход не всегда приемлем, ввиду сложности нахождения стоимостной оценки обеспечиваемых действий в условиях чрезвычайных ситуаций различного происхождения.

Предлагается использовать подход к оцениванию эффективности ГМО, состоящий в определении степени достижения цели обеспечиваемой операции при проведении мероприятий ГМО и без них. Для осуществления данного подхода необходимо назначить показатель и критерий оценивания эффективности.

Эффективность целесообразно оценивать на двух уровнях: собственно, эффективность ГМО с учетом затраченных ресурсов и времени, а также эффективность обеспечиваемой операции [1].

В качестве показателя эффективности ГМО разумно использовать вероятность достижения требуемого целевого эффекта [1]. Критерий эффективности назначается исходя из требований потребителя. Для вычисления соответствующего показателя возможно использование аппарата логистической регрессии [2].

Вид показателя, определяющего достижение желаемого эффекта обеспечиваемой операции, разрабатывается с учетом специфики деятельности потребителя гидрометеорологической информации.

Предложенная методология позволит не только оценивать степень достижения целей обеспечиваемой операции при имеющемся ресурсе сил и средств, но и определять величину усилий, необходимых применить потребителем, при реализации конкретных гидрометеорологических условий.

### Литература

1. Петухов Г.Б. Основа теории эффективности целенаправленных процессов. Часть I. Методология, методы, модели. – МО СССР, 1989. – 660 с.
2. Мхитарян В.С. Эконометрика. Учебник. – М.: Проспект, 2010. – 382 с.

## **Methodology for evaluating the effectiveness of hydrometeorological support**

**Borisov A. A.<sup>1</sup>, Zhilchuk I. A.<sup>2</sup>, Markov A. B.<sup>1</sup>, Filippenok V. V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *A.F. Mozhaysky Military-Space Academy, Saint-Petersburg, Russia, vka@mil.ru*

<sup>2</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, rshu@rshu.ru*

Abstract. The article considers an approach to evaluating the effectiveness of hydrometeorological support for human activities based on determining the probability of achieving the goal of the provided operation.

Key words: hydrometeorological support, performance indicator, logistic regression.

## **Метод диагностики полей геопотенциала и ветра на неосвещенных аэрологических наблюдениями эшелонах полета высотных автоматических аэростатов**

**Готюр И.А.<sup>1</sup>, Рукасов Е.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – ВКА имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, РФ, vka@mil.ru

Аннотация. Предлагается метод диагностики полей геопотенциала и ветра на высотах, не освещенных аэрологическими наблюдениями, с помощью модели линейной авторегрессии.

Ключевые слова: метеорологическое обеспечение, высотный автоматический аэростат, мониторинг подстилающей поверхности.

Большая продолжительность полета, исчисляемая днями, широкий спектр устанавливаемой целевой аппаратуры различной массы, отсутствие необходимости в аэродромной инфраструктуре, а также низкая стоимость по сравнению с самолетами позволяют рассматривать высотные автоматические аэростаты (ВАА) в качестве перспективного средства решения широкого круга задач во многих сферах деятельности человека.

Наиболее интересной прикладной задачей, решаемой с помощью ВАА, является задача дистанционного зондирования подстилающей поверхности и атмосферы, поскольку диапазон высот полета аэростата 30-40 км позволяет приблизить результативность использования ВАА к результативности искусственных спутников Земли [1].

В настоящее время диапазон высот, наиболее подходящих для полетов ВАА, освещается регулярными аэрологическими измерениями недостаточно для качественного оценивания полей метеорологических величин, определяющих траекторию полета ВАА [2]. Решение данной задачи предлагается искать с помощью разработанного метода диагностики полей метеорологических величин путем экстраполяции известных значений метеорологических величин с нижележащих высот на высоты полета аэростата.

Решение задачи интерполяции значений метеорологических величин производится в рамках построения линейной регрессионной зависимости. Оценивание коэффициентов регрессии производится с путем решения системы уравнений Юла-Уокера. Задача отбора значимых предикторов решается путем вычисления парных коэффициентов корреляции.

В качестве источника информации предлагается использовать результаты температурно-ветрового атмосферы, полученных с помощью мобильных зондировочных комплексов, и данные полей распределения геопотенциала и ветра, передаваемых по каналам Росгидромета.

Полученные оценки полей геопотенциала и ветра позволяют с точностью, удовлетворяющей потребителя, определять текущее и прогностическое положение ВАА.

### **Литература**

1. Е.П.Борисенков, Ю.Ж.Альтер – Залик, А.Д.Кузнецов. Зондирование атмосферы метеорологическими аэростатами. – Л.:Гидрометиздат, 1982. – 175 с.
2. Афанасьев Г.Т., Здорик Ю.М. Аэростатное зондирование атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 138 с.

**Method for diagnostics of geopotential and wind fields on flight echelons of high-altitude automatic balloons that are not illuminated by aerological observations**

**Gotur I. A.<sup>1</sup>, Rukasov E. A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *A.F. Mozhaysky Military-Space Academy, Saint-Petersburg, Russia, vka@mil.ru*

Abstract. A method for diagnosing geopotential and wind fields at altitudes not illuminated by aerial observations is proposed using a linear autoregression model.

Key words: meteorological support, high-altitude automatic balloon, monitoring of the underlying surface.

## Применение зависимостей Гоффа-Грача в расчетах виртуальной температуры воздуха при решении задач метеорологического обеспечения стрельбы артиллерии

Губин Н.В.<sup>1</sup>, Даренских С.Н.<sup>1</sup>, Пестерев С.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Михайловская военная артиллерийская академия, Санкт-Петербург, Российская Федерация, *mvaav@mil.ru*

Аннотация: описывается вариант определения виртуальной температуры воздуха, используемой в решении задач метеорологического обеспечения стрельбы артиллерии, посредством применения аппроксимаций зависимостей Гоффа-Грача.

Ключевые слова: метеорологическое обеспечение стрельбы артиллерии, аппроксимации зависимостей Гоффа-Грача.

Рассматривая метеорологическое обеспечение стрельбы артиллерии, как одну из составных частей подготовки стрельбы артиллерии, необходимо отметить тот факт, что без применения современных подходов решения задач метеорологии специального назначения невозможно добиться ожидаемого повышения эффективности огня артиллерии. Наиболее эффективное огневое поражение достигается своевременным, внезапным, точным и гибко управляемым массированным и сосредоточенным огнем артиллерии. Основным способом определения установок для стрельбы является полная подготовка, позволяющая вести стрельбу на поражение без пристрелки. Одним из важнейших элементов полной подготовки, в свою очередь, является метеорологическая подготовка, основная задача которой состоит в определении отклонений метеорологических условий от нормальных (табличных) значений, необходимых для расчета установок для стрельбы.

Метеорологическая подготовка включает в себя:

проведение наземных метеорологических измерений и зондирования атмосферы с целью выявления распределений учитываемых при стрельбе метеорологических величин по высоте;

расчет средних отклонений метеорологических величин от нормальных (табличных) значений;

определение в артиллерийских подразделениях баллистических отклонений метеорологических величин для расчета метеорологических поправок при определении установок для стрельбы.

Глубокое понимание сущности метеорологической подготовки стрельбы артиллерии, знание основ ее организации и осуществления, правильное использование ее результатов при подготовке и управлении огнем артиллерии является неременным условием высокой командирской культуры и артиллерийского мастерства [2, с.4].

Научно-методологические положения современной теории вычисления баллистических значений метеорологических величин обосновываются на данных о распределении по высоте их средних значений [3, с.60-71], что актуализирует проблему валидации аэрологических данных, имеющих в доступе исследователя, к решению задач метеорологического обеспечения стрельбы артиллерии. Наиболее целесообразным решением обозначенной проблемы представляется применение аппроксимаций зависимостей Гоффа-Грача в расчетах виртуальной температуры воздуха  $t_v$  при процедурах специализированной обработки результатов аэрологических наблюдений.

Зависимости Гоффа-Грача выражают давление насыщенного пара над плоской поверхностью воды  $E_w$  и давление насыщенного пара над плоской поверхностью льда  $E_i$  через температуру воздуха  $T$  и в явном виде представляют затруднения при проведении расчетов характеристик влагосодержания. В 2015 году Алдуховым О.А. и Черных И.В. (Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных) представлена монография, обобщающая различные аппроксимации рассматриваемых

формул Гоффа-Грача и дающая оценку их точности для различных диапазонов температур [1, с.12-39].

Таким образом, применение современного математического аппарата, используемого в отечественной метеорологии, решает частные военно-прикладные задачи метеорологического обеспечения стрельбы артиллерии.

#### Литература

1. Алдухов, О.А. Методы анализа и интерпретации данных радиозондирования атмосферы: монография: в 3 томах. Том 3. Влажность и температура в атмосфере: статистические характеристики / О.А. Алдухов, И.В. Черных. – Обнинск: издательство ФГБУ «ВНИИГМИ – МЦД», 2015. – 494 с. – URL: <http://www.meteo.ru/publications/635-monografii-sotrudnikov> (дата обращения 15.11.2019). – Текст: электронный.

2. Коваленко, В.В. Метеорологическая подготовка стрельбы артиллерии / В.В. Коваленко, В.И. Шевкунов. – Ленинград: издание Военной артиллерийской Краснознаменной академии имени М.И. Калинина, 1975. – 84 с.

3. Шевкунов, В.И. Развитие методов стрельбы артиллерии без пристрелки, совершенствование способов расчета метеорологических данных, необходимых для стрельбы / В.И. Шевкунов. – Санкт-Петербург: издание Военного артиллерийского университета, 2001. – 106 с.

### **The use of the Goffs-Grachs dependencies in the calculations of the virtual air temperature when solving the setting of the meteorological support for artillery firing**

**Gubin N.V.<sup>1</sup>, Darenskikh S.N.<sup>1</sup>, Pesterev S.N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Mikhailovskaya Military Artillery Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation, mvaa@mil.ru*

Abstract: describes a variant of determining the virtual air temperature used in solving problems of meteorological support for artillery firing by using approximations of the dependences the Goffs-Grachs.

Keywords: meteorological support for artillery fire, approximation of the dependences the Goffs-Grachs.

## Методика оценки метеорологических условий при планировании авиационных работ под низкими облаками с учетом осложняющих факторов

Насонов А.А.,<sup>1</sup> Дорофеев В.В.,<sup>2</sup> Жильчук И.А.,<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж), Воронеж, РФ, alexeynasonov@list.ru

<sup>2</sup> – ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж), Воронеж, РФ

<sup>3</sup> – РГГМУ, Москва, РФ

Аннотация: методика позволяет оценивать соответствие метеорологических условий уровню подготовки летного состава на выполнение полетов по правилам визуальных полетов под низкими облаками.

Ключевые слова: осложняющие факторы, полетная дальность видимости, оптическая маскировка, психофизические возможности, временная изменчивость.

Планирование полетов на авиационные работы (АР), выполняющиеся на предельно малых (0 – 200 м) и малых (200 – 1000 м) высотах по правилам визуальных полетов (ПВП) под низкими облаками с использованием воздушных судов, зависят от метеорологических условий и осложняющих факторов, которые определяются [1 - 6]:

физико-географическими особенностями подстилающей поверхности и орографией;

пространственно-временной изменчивостью высоты нижней границы облаков (ВНГО) и метеорологической дальности видимости (МДВ);

ухудшением визуальной ориентировки из-за увеличения угловых скоростей «перемещения» ориентиров.

Повышение эффективности метеорологического обеспечения планирования полетов на АР достигается совершенствованием методики оценки метеорологических условий МУ с учетом осложняющих факторов.

Усовершенствованная методика оценки МУ реализована путем использования математических моделей полетной дальности видимости (ПДВ), которая определяет возможность выполнения полетов по ПВП с учетом осложняющих факторов [2,5,6].

Учет осложняющих факторов выполнения полетов по ПВП на АР требует предварительного детального изучения района на выявление характерных ориентиров.

Физико-географические условия, как осложняющий фактор подстилающей поверхности района полетов учитываются условиями оптической маскировки через контраст между ориентиром и фоном, ( $K=0,2$  – мало заметный ориентир,  $K=0,6$  – средне заметный ориентир,  $K=0,9$  – хорошо заметный ориентир) [2].

Ухудшение визуальной ориентировки из-за увеличения угловых скоростей «перемещения» ориентиров, изменения привычного вида ориентиров при наблюдении их в пространстве учитывается уровнем подготовки командира воздушного судна (коэффициентом аккомодации), то есть психофизическими возможностями [4].

Временная изменчивость ВНГО и МДВ в типовых синоптических ситуациях и различных явлениях погоды учитывается характеристиками их временной изменчивости (среднее значение  $\sigma$ -среднеквадратическое отклонение,  $c_v$ -коэффициент вариации) [3].

Таким образом, усовершенствованная методика оценки, соответствия метеорологических условий минимуму АР при планировании полетов гражданской авиации по ПВП под низкими облаками, позволяет учитывать осложняющие факторы и ее целесообразно применять для оценки МУ при планировании специальных задач авиации Воздушно-космических сил, Министерства чрезвычайных ситуаций, Федеральной службы безопасности и Национальной гвардии.

### Литература

1. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. Учебник. - СПб.: Изд. РГГМУ, 2009.-339с.
2. Бут Д.В., Васильев В.А., Дорофеев В.В., Степанов А.В. Научно-методический подход к

формализации критерия видимости объекта в условиях оптической маскировки. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18. №5-2. 2459–2466с.

3. Дорофеев В.В., Бакланов И.О., Степанов А.В., Жильчук И.А., Ковалёв В.И. Полетная видимость. Монография. Воронеж, Воронежский ЦНТИ, 2013. 250 с.

4. Жаренков Л.А., Матвеев Ю.А., Ремянников Е.П. Воздушная навигация в различных условиях полетов. – М.: Воениздат, 1985. 175 с.

5. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации России (НМО ГА–95). М.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Министерство транспорта России. 1995. 156 с.

### **Methodology for assessing meteorological conditions when planning aviation operations under low clouds, taking into account complicating factors**

**Nasonov A. A.,<sup>1</sup> Dorofeev V. V.,<sup>2</sup> Zhilchuk I. A.,<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> -VUNTS VVS "VVA" (Voronezh), Voronezh, Russia, alexeynasonov@list.ru

<sup>2</sup> -VUNTS VVS "VVA" (Voronezh), Voronezh, Russia

<sup>3</sup> - RSHU, Moscow, Russia

Abstract: the method allows us to assess the compliance of meteorological conditions with the level of training of flight personnel to perform flights according to the rules of visual flights under low clouds.

Keywords: complicating factors, flight range of visibility, optical camouflage, psychophysical capabilities, time variability.

## Прогнозирование поглощения инфракрасного излучения водяным паром в задачах планирование применения тепловизионных систем

Семенов В.В.<sup>1</sup>, Алёхин С.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>- Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, Российская Федерация, vka@mil.ru

Аннотация. Рассмотрен подход к прогнозированию поглощения инфракрасного излучения водяным паром в задачах планированию применения тепловизионных систем наблюдения.

Ключевые слова: планирование применения, инфракрасное излучение, поглощение водяным паром, температура точки росы.

Тепловизор – это оптико-электронный прибор инфракрасного диапазона для получения видимого глазом изображения объектов по их собственному тепловому излучению. Современные тепловизоры позволяют обнаруживать объекты, имеющие температурные контрасты до десятых и даже сотых долей градусов, формируют изображение в телевизионном или близком к телевизионному стандартах и находят, в связи с этим широкое применение в промышленности, медицине и военном деле [1]. Тепловизоры работают в 2-х окнах прозрачности 3-5 и 8-12 мкм, последний из которых является наиболее широким и эффективным.

Тепловизионные системы имеют ограничения в применении, обусловленные: а) техническими характеристиками тепловизоров; б) излучательными свойствами фонов и объектов наблюдения (обнаружения). Третьим, самым слабо предсказуемым ограничением, является метеорологическая обстановка. Следовательно, возникает вопрос планирования применения тепловизоров, от которого зависит эффективность их использования. Особенно это актуально для систем наблюдения, обнаружения и навигации при использовании на летательных аппаратах. Для таких систем необходимо прогнозировать прозрачность атмосферы ( $\tau_0$ ) на горизонтальных трассах [2].

При планировании применения тепловизионных систем необходимо учитывать метеорологические условия для конкретного район применения, сезон года и время суток. Так как, планирование является процессом, одним из аргументов которого является время, то возникает необходимость прогнозирования параметров, влияющих на ослабление электромагнитного излучения в атмосфере с различной заблаговременностью.

Для оптико-электронных систем наиболее информативными параметрами являются коэффициенты молекулярного поглощения  $\tau_{\text{п}}(\lambda)$  и аэрозольного ослабления  $\tau_{\text{а}}(\lambda)$  [3, 4, 5], которые при учете района применения, сезон и время суток, примет следующий вид

$$\tau_0(\lambda, \varphi, r, t) = f(\tau_{\text{п}}(\lambda, \varphi, r, t), \tau_{\text{а}}(\lambda, \varphi, r, t))$$

где  $\tau_0(\lambda, \varphi, r, t)$  коэффициент прозрачности атмосферы, зависящий от длины волны электромагнитного излучения, района применения, сезона и времени суток;  
 $\tau_{\text{п}}(\lambda, \varphi, r, t)$ ,  $\tau_{\text{а}}(\lambda, \varphi, r, t)$  коэффициенты молекулярного поглощения и аэрозольного ослабления, зависящие от длины волны электромагнитного излучения, района применения, сезона и времени суток;

Авторами была получена модель прогнозирования поглощения водяным паром, основанная на физико-статистическом методе прогнозирования [6], которая приняла следующий вид:

$$\tau_{\text{H}_2\text{O}}(\lambda, \varphi, r, t) = c_0(\lambda, \varphi, r, t) + c_1(\lambda, \varphi, r, t)Td(\varphi, r, t) \quad (1)$$

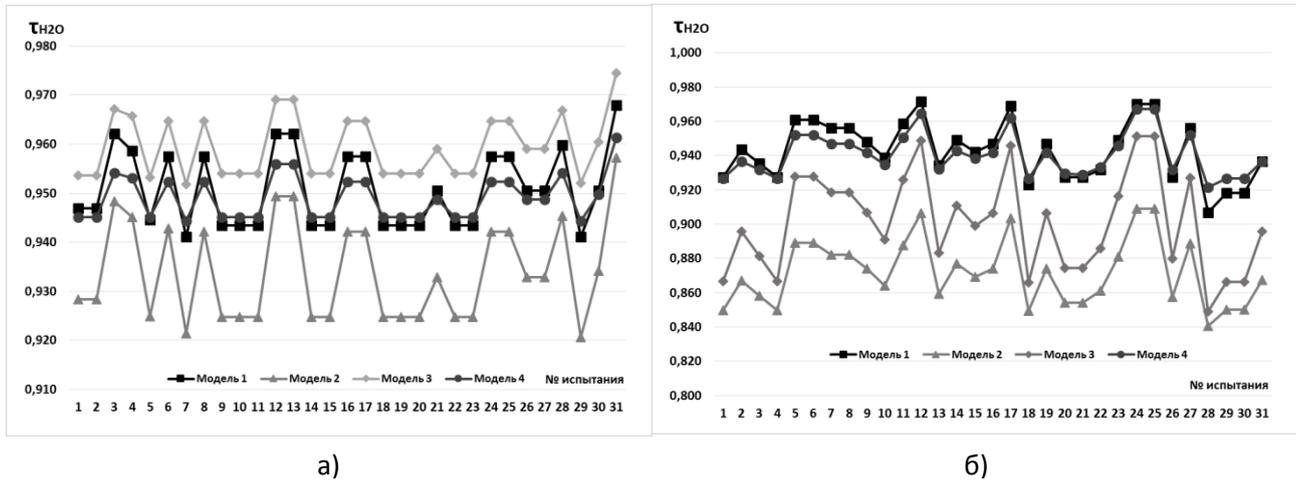
где  $\tau_{\text{H}_2\text{O}}(\lambda, \varphi, r, t)$  коэффициент поглощения водяным паром в зависимости от длины волны, района применения, месяца и срока;

$c_0(\lambda, \varphi, r, t), c_1(\lambda, \varphi, r, t)$  коэффициенты регрессии для определенной длины волны, района применения, месяца и срока;

$Td(\varphi, r, t)$  температура точки росы в районе применения, в определенный месяц и срок.

Проверка адекватности полученных значений коэффициента поглощения водяным паром проводилась на основе данных многолетних наблюдений (с 01.01.2017 по 31.03.2020 гг) по пункту 026063 (г. Санкт-Петербург) для 00 и 12 часов суток января, апреля, июля и октября месяцев для длины волны 10 мкм. Предложенная модель (модель 4) сравнивались с классической (модель 1), эмпирической (модель 2) и теоретической (модель 3) моделями [7, 8, 9].

Использование эмпирической функции (2) позволило повысить точность модели прозрачности атмосферы. Результаты сравнения моделей 2, 3 и 4 с классической моделью 1 представлены на рис. 1.



а) б)  
 Рисунок 1 – Результаты расчетов коэффициента поглощения водяным паром по моделям 1, 2, 3, 4 для длины волны  $\lambda = 10$  мкм по 30 наблюдениям по пункту г. Санкт-Петербург: а) октябрь, 12 часов; б) июль 12 часов.

### Литература

1. Колючкин В.Я., Мосягин Г.М. Тепловизионные приборы и системы. Учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. – 59 с.
2. Дальность действия тепловизионных систем. Ч. II Алгоритм, исходные данные и результаты расчетов / [Тымкул В.М. и др.]/ Автометрия. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2015. – Т51, Вып. № 2. – С. 49-53.
3. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. – М.: Сов.радио, 1978. – 400 с.
4. Зуев В.Е. Прозрачность атмосферы для видимых и инфракрасных лучей. – М.: Советское радио, 1966. – 318 с.
5. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. – СПб.: Наука, 2003. – 474 с.
6. Суворов С.С. Теоретические основы синтеза специализированных методов прогнозирования и диагностики геофизических условий в средней атмосфере: Дис. ... доктора физ.-мат. наук: 11.00.09 / Суворов Станислав Станиславович; РГГМУ. – СПб., 1997. – 359 с.
7. Richard, D., Hudson, Jr Infrared System Engineering // Wiley-Interscience. - New York, London, Sydney, Toronto, 1969. – 536 p.
8. Справочник по инфракрасной технике. / Ред. У. Вульф, Г. Цисис. В 4-х тт. Т.1. Физика ИК-излучения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1995 г. – 606 с., ил.
9. Шипунов А.Г., Семашкин Е.Н. Всепогодность радиолокационных и тепловизионных каналов наведения комплексов ПВО. – М.: Машиностроение, 2013. – 280 с.

## **Predicting the absorption of infrared radiation by water vapor in planning the use of thermal imaging systems**

**Semenov V.V.<sup>1</sup>, Alekhin S.G.<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup> - *Mozhaisky Military Aerospace Academy, Saint-Petersburg, Russia, vka@mil.ru*

Abstract. An approach to predicting the absorption of infrared radiation by water vapor in the problems of planning the use of thermal imaging observation systems is considered.

Key words: application planning, infrared radiation, water vapor absorption, dew point temperature.

## Автоматизированные методы прогноза уровней рек и паводков

Черный В.В.<sup>1</sup>, Ефременко А.Н.<sup>2</sup>, Жильчук И.А.<sup>3</sup>, Мухомедзянова В.И.<sup>2</sup>, Страдинь В.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Военно-Космическая Академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия,  
vchernyy1956@gmail.com

<sup>2</sup> – Военно-Космическая Академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия

Аннотация. В докладе рассматривается содержание методов прогноза уровня реки с помощью соответственных уровней и прогноза параметров дождевых паводков на примере бассейна реки Уссури.

Ключевые слова: метод прогноза уровня реки, дождевые паводки, морфометрические и метеорологические характеристики бассейна.

Статистика Всемирной Метеорологической организации (ВМО) свидетельствует о растущем ущербе экономике и населению стран мира от опасных гидрометеорологических процессов и явлений. Установлено, что порядка 90 % самых тяжелых экономических и человеческих потерь приходится на такие явления как половодья, паводки, ливневые осадки, град, засухи, сели, лавины и т.п., оставляя самым катастрофическим явлениям (цунами, землетрясения, извержения вулканов) долю до 10 % [1].

Согласно приведенным в Оценочных докладах Росгидромета современным прогнозам об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации (2019 г.), наблюдаемые тенденции сохранятся и даже усугубятся. Если в период 1990 – 2000 годов Росгидромет ежегодно фиксировал по территории России порядка 150 – 200 опасных гидрометеорологических явлений и процессов, то в период 2010 - 2020 годов их число возросло до 400 [2].

Например, в июне и июле 2019 года в восьми районах Иркутской области в результате паводка подтопило 110 населенных пунктов и 11 тысяч домов, был госпитализирован 191 человек. В наибольшей степени пострадали города Нижнеудинск и Тулун. Общее число пострадавших составило 45 тысяч человек, а экономический ущерб превысил 35 миллиардов рублей.

Анализ содержания методов краткосрочных прогнозов водного режима рек показал, что по учитываемым физическим условиям их можно разбить на три группы методов [3]:

- основанные на закономерностях процессов, происходящих в русловой сети;
- основанные на закономерностях процессов стокообразования, происходящих на водосборе реки;
- основанные на учете статистических связей между основными стокообразующими факторами.

Наиболее простым и широко применяемым методом первой группы является метод соответственных уровней [4]. Суть метода сводится к установлению эмпирических связей между соответственными уровнями (расходами) воды, наблюдавшимися в верхнем и нижнем створах. В целях проведения анализа условий повышения уровня рек и образования дождевых паводков были построены гидрографы стока по всем 11 анализируемым гидрологическим постам реки Уссури – притоке Амура. Для каждого поста получены гидрологические и морфометрические характеристики водотоков, к которым относятся: длина и уклон водотока, уклоны склонов, тип рельефа и площадь водосбора, тип растительности и вид грунта на водосборе, озерность и заболоченность бассейна, шероховатость русла, период паводков, расход воды, глубина потока, количество осадков на водосборе [5].

При разработке метода соответственных уровней для реки Уссури верхним уровнем выбран гидропост Березняки, а нижним - гидропост г. Лесозаводска. Анализ гидрографов стока для всего паводкоопасного периода (май – октябрь) позволил выделить соответственные уровни. По

выделенным значениям соответственных уровней был построен график соответственных уровней, то есть зависимость между уровнем реки на нижнем посту (Лесозаводск) и верхнем посту (Березняки).

Применение данного метода дает значение множественного коэффициента корреляции 0.47, что позволяет оценить связь между уровнями реки на верхнем и нижнем постах как умеренную [6]. При этом значение средней относительной ошибки прогноза уровня реки в г. Лесозаводске за весь анализируемый период (май – октябрь) оказалось равным 29 %, что связано с регистрацией в рассматриваемый период двух паводков.

В целях повышения успешности прогноза подъема уровня Уссури при паводках на рассматриваемых гидропостах был использован метод из второй группы – аналитический, применяемый при проектировании дорог и водопропускных сооружений, позволяющий учесть морфометрические характеристики бассейна водосбора и количество выпавших жидких осадков за анализируемый период (май – октябрь) [7].

Из анализа результатов расчетов следует, что на горных участках реки относительная ошибка прогноза уровня реки (6 – 18 %) значительно меньше ошибки прогноза по методу соответственных уровней. На равнинных участках ошибка прогноза возрастает до 20 – 25 %, что связано с расплыванием паводка и увеличением площади водосбора до 150000 км<sup>2</sup>.

Проведенные расчеты позволили подтвердить работоспособность разработанного метода на репрезентативном статистическом материале и учесть основные физические закономерности проявления сложных гидрологических явлений, приводящих к подъему уровня воды.

#### Литература

1. Воздействие опасных метеорологических явлений на экономику и население. – Метеорология и экономика. ВНИИГМИ- МЦД, 2015. – 2 с.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. – М.: Росгидромет, 2017. – 70 с.
3. Катастрофическое наводнение в Дальневосточном федеральном округе. Том 1. Уроки и выводы. Научно-методический труд МЧС России. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 154 с.
4. Попов Е.Г. Гидрологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 256 с.
5. Бефани Н.Ф. Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально общих зависимостей. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 182 с.
6. Шмойлова Р.А. Теория статистики. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 656 с.
7. Руководство по гидрологическим прогнозам. Выпуск 2. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 248 с.

#### Automated methods for predicting river and flood levels

**Chernyy V.V.<sup>1</sup>, Efremenko A.N.<sup>2</sup>, Zhilchuk I.A.<sup>3</sup>, Muhomedzjanova V.I.<sup>2</sup>, Stradin V.G.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Mozhaisky Military Aerospace Academy, Saint Petersburg, Russia, vchernyy1956@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Mozhaisky Military Aerospace Academy, Saint Petersburg, Russia*

<sup>3</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia*

Abstract. The report examines the content of methods for predicting the river level using the corresponding levels and predicting parameters of rain floods on the example of the Ussuri river basin.

Key words: river level forecast method, rain floods, morphometric and meteorological characteristics of the basin.

Секция 1.  
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОГОДЫ И КЛИМАТА»**Биоклиматический потенциал в условиях глобального изменения климата****Авдеев С.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия, avdeev@rgau-msha.ru*

Аннотация: в статье приводятся данные об изменении биоклиматического потенциала Пермского края на основании анализа данных семнадцати пунктов по периодам 1970-1999 и 2000-2014 годы. По результатам значение БКП по всем районам края имеет тенденцию к повышению

Ключевые слова: биоклиматический потенциал, Пермский край, продуктивность, урожайность.

Биоклиматическим потенциалом называют комплекс показателей и факторов в, так называемой, системе «климат-растение-почва». Эти климатические факторы, воздействуя, формируют продуктивность сельскохозяйственных растений. [1].

Д.И. Шашко предложил комплекс факторов, которые способствуют оптимизации сельскохозяйственной деятельности (набора культур, их биологическая продуктивность, уровень специализации, учет влияния неблагоприятных явлений и др.). А для описания БКП территории использовал количественный показатель, относительной величины биологической продуктивности, отражающий влияние соотношения тепла и влаги [3].

Средняя продуктивность зерновых культур широкого ареала соответствует значениям БКП  $\approx 1,9$ , которое Шашко принял за эталон (100 баллов).

Расчет биологической продуктивности территории Пермского края был проведен относительно базисной суммы активных температур в  $1000^{\circ}\text{C}$  за два периода 1970-1999 и 2000-2014 по семнадцати пунктам.

Данный анализ представляется интересным в точки зрения оценки агрометеорологических условий для различных культур [2].

Сравнивая климатические показатели, составляющие БКП, за первый и второй расчетные периоды можно говорить о том, что они изменились. В большей степени изменения коснулись сумм активных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  и количества осадков, среднее по краю значение увеличилось примерно на  $150^{\circ}\text{C}$  вместе с этим количество осадков тоже изменилось примерно на 40 мм. Коэффициент увлажнения остался без изменений за счет параллельного увеличения осадков и дефицита влажности воздуха. Максимальное значение суммы активных температур принадлежит Частинскому району -  $2184^{\circ}\text{C}$ , на  $182^{\circ}\text{C}$  больше по сравнению с суммой температур за период 1970-1999гг. В северных районах увеличение сумм температур не превышает  $50-120^{\circ}\text{C}$ .

По исследуемым данным за 30-летний период наилучшие агроклиматические условия наблюдались лишь на небольшой площади на юге (Ножовка, Чернушка) показатель Бк здесь не превышал 110 баллов. Со временем ареал, по условиям схожий со степными районами, достаточно сильно увеличился. Показатель Бк в центральной части возрос в среднем на 10 баллов и составил от 106 до 120 баллов. Территория средней биологической продуктивности в настоящее время охватывает более 15 районов (Частинский, Чернушенский, Большесосновский, Кунгурский, Пермский, Верещагинский районы, частично Уинский, Ординский, Берёзовский районы). Значение индекса биологической продуктивности здесь колеблется от 108 баллов – Добрянка, до 120 баллов – Ножовка. Среднее значение по этому ареалу составляет 113 баллов.

Таким образом, в целом территория Пермского края характеризуется на данный момент удовлетворительными и хорошими агрометеорологическими условиями. Климатический индекс

биологической продуктивности к концу исследуемого периода имеет тенденцию к возрастанию абсолютно во всех районах.

Большинство районов входят в ареал средней биологической продуктивности со значением показателя 106-120 баллов, климатические условия этой территории могут обеспечить урожайность в 2,4-2,8 т/га.

Причиной такого изменения показателей является увеличение сумм температур выше 10 °С, при этом, в основе, не за счет повышения температур теплого периода, а за счет увеличения продолжительности периода с температурой выше 10 °С.

В данной работе удалось рассчитать показатели биологической продуктивности земель, провести районирование территории, проанализировать теплообеспеченность вегетационного периода, каждой выделенной зоны в ходе районирования, в пятнадцатилетнем разрезе.

Пространственно-временная оценка биоклиматического потенциала территории Пермского края за период 1970-1999гг. и 2000-2014гг. показывает, что ареал пониженной продуктивности оттесняется дальше на север. Увеличиваются территории с более благоприятными условиями климата. В связи с этим можно расширить площади под посев зерновых культур на север и северо-восток. Вплоть до самых северо-восточных районов (Чердынский и Красновишерский).

В целом территория Пермского края характеризуется на данный момент удовлетворительными и хорошими агрометеорологическими условиями. Климатический индекс биологической продуктивности к концу исследуемого периода имеет тенденцию к возрастанию абсолютно во всех районах. Причиной такого изменения показателей является увеличение сумм температур выше 10 °С.

При общей тенденции увеличения сумм температур за период активной вегетации и роста дефицита влажности воздуха, коэффициент увлажнения, рассчитанный по методу Шашко Д.И., остался без изменений, это говорит о том, увлажнение территории было и остается достаточным. Ограничивающим фактором остаётся недостаток тепла и возникновение, неблагоприятных погодных условий, которые в большей степени снижают урожайность сельскохозяйственных культур.

Современные изменения климата на территории Пермского края способствуют росту продуктивности земледелия. Эти изменения климата благоприятны для сельского хозяйства, но только при условии своевременного и качественного проведения агротехнических мероприятий.

Пространственная оценка современных климатических условий показала, что на территории края прослеживается сильная изменчивость агрометеорологических характеристик в направлении с юго-запада на северо-восток. Продолжительность периодов с температурами выше 0 °С, 5 °С и 10 °С достаточно сильно колеблется по территории края в пределах от 200 до 223 дней, 156-180 дней и 107-146 дней соответственно. Наименьшая и наибольшая продолжительности периодов всех вышеуказанных пределов принадлежат Чердынскому и Чайковскому районам. Различия в обеспеченности теплом между северными и южными районами составляют порядка 500-700°С по суммам температур выше 10°С и 25-30 дней по продолжительности периода активной вегетации.

#### Литература

1. Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. и др. Биоклиматический потенциал России: продуктивность и рациональное размещение сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата. М.: Т-во научных изданий КМК 2012. 512с.
2. Перстнева И.Ф. Агроклиматическая оценка продуктивности ландшафтов Молдавии применительно к возделыванию различных по скороспелости сортов кукурузы. Диссертация на соиск. уч.ст г.геогр.наук, Тирасполь, 2000. 322 с.
3. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. М.: Гидрометеиздат, 1985. 248 с.

## **Bioclimatic potential in the context of global climate change**

**Avdeev S.M.**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow, Russia avdeev@rgau-msha.ru*

Abstract: the article presents data on changes in the bioclimatic potential of the Perm region based on the analysis of data from seventeen points for the periods 1970-1999 and 2000-2014. According to the results, the value of BCP in all regions of the region tends to increase

Key words: bioclimatic potential, Perm region, productivity, productivity.

## **Оценка качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга по результатам эксплуатации автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха в 2019 году**

**Д.Т. Азёмов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: azemov@kpoos.gov.spb.ru*

Аннотация. Региональный государственный мониторинг атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге осуществляется с использованием автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха, включающей 25 автоматических станций, расположенных во всех районах города. По данным наблюдений за 2019 год, величины среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ в Санкт-Петербурге имели тенденцию слабого спада или сохранения на уровне прошлых лет.

Ключевые слова: Региональный государственный экологический мониторинг, атмосферный воздух, Санкт-Петербург.

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности (далее – Комитет) на территории Санкт-Петербурга организует и осуществляет в пределах своей компетенции региональный государственный мониторинг атмосферного воздуха как составной части государственного мониторинга окружающей среды, реализуемого в рамках территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды.

В целях обеспечения потребностей органов государственной власти в оперативной и достоверной информации о качестве атмосферного воздуха на территории города в Санкт-Петербурге функционирует автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха (далее – АСМ-АВ), в состав которой в 2019 году входили 25 автоматических станций мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, испытательная лаборатория, совмещённая с центром сбора, хранения и обработки данных мониторинга и управления работой станций, 3 передвижные лаборатории мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, 2 передвижные технические лаборатории, 1 передвижная метрологическая лаборатория, иное необходимое оборудование и средства измерений.

Обеспечение функционирования АСМ-АВ и определение уровня загрязнения атмосферного воздуха на территории Санкт-Петербурга в 2019 году осуществлялись Санкт-Петербургским государственным геологическим унитарным предприятием «Специализированная фирма «Минерал» по заказу Комитета.

По количеству станций мониторинга и объёму данных АСМ-АВ в Санкт-Петербурге соответствует требованиям нормативных документов Росгидромета и Директивам Европейского Парламента и Совета Европейского Союза.

В 2019 году на автоматических станциях АСМ-АВ проводились измерения загрязняющих веществ, составляющих основную часть вклада в загрязнение атмосферного воздуха в крупных городах с развитой промышленностью и транспортной сетью – оксида азота, диоксида азота, оксида углерода, диоксида серы, взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм (PM10), взвешенных частиц диаметром менее 2,5 мкм (PM2,5), а также озона. Кроме того, на ряде автоматических станций, согласно программе мониторинга, производились измерения: бензола, толуола, этилбензола, о-ксилола, м-ксилола, п-ксилола, фенола, а также отбирались пробы на бенз/а/пирен.

В 2019 году количество проведённых измерений уровня загрязнения атмосферного воздуха с использованием автоматических станций АСМ-АВ составило 2806241 измерений (в 2018 - 2849500 измерений).

Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ за 2019 год по данным автоматических станций, расположенных в центральной части города составили (в единицах

соответствующих ПДК):

- диоксида азота – 0,7 ПДКс.с. (в 2018 году – 0,9 ПДКс.с.);
- оксида азота – 0,3 ПДКс.с. (в 2018 году – 0,3 ПДКс.с.);
- оксида углерода – 0,1 ПДКс.с. (в 2018 году – 0,1 ПДКс.с.);
- диоксида серы – 0,1 ПДКс.с. (в 2018 году – 0,1 ПДКс.с.);
- взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм (PM10) – 0,2 ПДКс.г. (в 2018 году – 0,2

ПДКс.г.).

Актуальная информация о результатах мониторинга атмосферного воздуха по всем станциям автоматизированной системы мониторинга ежедневно размещалась на Экологическом портале Санкт-Петербурга ([www.infoeco.ru](http://www.infoeco.ru)) в разделе «Окружающая среда – Атмосферный воздух».

Величины среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ, по данным измерений за 2019 года имели тенденцию слабого спада или сохранения на уровне прошлых лет.

#### **Литература**

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
2. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»;
3. Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза №2008/50/ЕС от 21.05.2008 о качестве атмосферного воздуха и мерах его очистки в Европе;
4. Руководящий документ РД 52.04.667-2005 «Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию», Москва, Метеоагентство Росгидромета, 2006.

### **Assessment of the quality of atmospheric air in St. Petersburg based on the results of the operation of the automated air monitoring system in 2019**

**D.T. Azemov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Committee for Nature Use, Environmental Protection and Ecological Safety, St. Petersburg, e-mail: [azemov@kpoos.gov.spb.ru](mailto:azemov@kpoos.gov.spb.ru)*

Abstract. Regional state monitoring of the ambient air in St. Petersburg is carried out using the Automated Air Monitoring System, which includes 25 automatic stations located in all districts of the city. According to the obtained observational data for 2019, the average annual concentrations of the main polluting substances in St. Petersburg tended to decline slightly or remain at the level of previous years.

Key words: Regional state environmental monitoring, ambient air, St. Petersburg

## Эль-Ниньо и Антарктика

Александров В.Я.<sup>1</sup>, Капустин А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, *meteovik1@mail.ru*

<sup>2</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. «Явление Эль-Ниньо – Южное колебание представляет собой климатический феномен в экваториальных частях Тихого и Атлантического океанов, наблюдающийся раз в 5-7 лет. Отмечено его влияние и на Антарктический континент.

Ключевые слова: Эль-Ниньо, течение, климат, Антарктика.....

Annotation. “The El Nino - southern oscillation phenomenon is a climate phenomenon in the Equatorial parts of the Pacific and Atlantic oceans that occurs every 5-7 years. Its influence on the Antarctic continent is also noted.

Keywords: El Nino, current, climate, Antarctica.

Явление Эль-Ниньо (и Ла-Нинья) – Южное Колебание (ЭНЮК) представляет собой самый большой и наиболее важный компонент в межгодовой климатической изменчивости в системе океан-атмосфера (рис.1). Эль-Ниньо наблюдается регулярно, каждые 2 – 7 лет. Основная суть этого явления заключается в том, что в периоды Эль-Ниньо (теплая фаза) теплеет экваториальная часть океана, обостряется ВЗК (внутритропическая зона конвергенции) и активизируются субтропические антициклоны – происходит общая интенсификация атмосферных процессов в тропической зоне Тихого океана. В период Ла-Нинья все наоборот: на экваторе вода становится аномально холодной, ослабляются ВЗК и субтропические антициклоны. Эти изменения сказываются и на внетропической циркуляции.

Последствия ЭНЮК проявляются в виде значимых климатических аномалий в различных районах земного шара. Идентификация явления ЭНЮК осуществляется по среднемесячным данным приземного давления (Индекс SOI), или среднемесячных аномалий температуры поверхности в экваториальном районе Тихого океана (Индексы Эль-Ниньо и Ла-Нинья). Индекс SOI – это разность среднемесячных аномалий давления на станциях Таити и Дарвин. Длительные отрицательные значения SOI обычно сигнализируют об эпизодах Эль-Ниньо. Под Эль-Ниньо и Ла-Нинья понимают не просто аномалии температуры поверхности в экваториальном районе Тихого океана, но и соответствующие аномалии циркуляции атмосферы и осадков в данном регионе, то есть климатические аномалии в системе океан – атмосфера [1, 2]

Связь колебаний климата Антарктического полуострова с явлением ЭНЮК

Изменения климата в пространстве зависят от географической широты, распределения материков и океанов, связанных с этими факторами системами морских течений, составляющими радиационного баланса и др. Изменения во времени характеризуются циклическими колебаниями различных масштабов (от десятилетий до столетий в голоцене и десятков тысячелетий в позднейшем плейстоцене) [4].

Колебания климата со средним периодом 50 – 60 лет хорошо выражены в Антарктике (по результатам анализа изотопного состава атмосферных осадков в ледяных кернах на ст. Восток) [5].

Глобальное потепление в Южной полярной области особенно ярко проявилось на Антарктическом полуострове, где за последние 50 лет рост среднегодовой температуры составил от 2.4 до 3.0 °С [6]. А за те же 50 лет в Северной полярной области (с 72 по 85° с.ш.) среднегодовая температура воздуха повысилась на величину от 1.7 до 2.0 °С

Потепление на Антарктическом полуострове протекает на фоне глобального повышения температуры воздуха. С конца 1970-х годов наблюдалось значительное потепление нижнего слоя тропосферы и поверхности океана. В 70-е годы 20 века отмечено увеличение глобальной температуры на 0.15 °С за десятилетие, а 1998 год был отмечен как экстремально теплый за всю историю наблюдений.

Глобальное повышение температуры воздуха во многом определяется повышением

температуры поверхности океана.

Повышение среднегодовой температуры воздуха согласуется с тенденцией потепления поверхности океана. А в годы (с 1968 по 1972), когда наблюдалось резкое понижение температуры поверхности океана в Северном полушарии [8, 9], происходило понижение температуры воздуха как в широтной зоне с 72 по 85° с.ш., так и на Антарктическом полуострове.

ЭНЮК нашло свое проявление и в антарктическом климате. Во время событий Эль-Ниньо запад Антарктического полуострова, земля Росса, моря Беллинсгаузена и Амундсена покрываются большим количеством снега и льда.

В годы, когда наблюдалось Эль-Ниньо, в районе Антарктического полуострова формировались отрицательные аномалии температуры воздуха, а в годы с Ла-Нинья, наоборот, возникали положительные среднегодовые аномалии температуры воздуха.

#### Литература.

1. Масленников В.В. Климатические колебания и морская экосистема Антарктики [Текст] / В.В. Масленников.–М. Издательство ВНИРО. 2003.– 295 с.
2. Treberth K.E. General characteristics of El Nini – Southern Oscillation [Text] / K.E. Treberth // In: Teleconnections linking worldwide climate anomalies.-1991.- Ed. By M. Glantz, R. Katz, N. Nicholls.- Cambridge/- P.535.tplanet.su
3. Saveplanet.su
4. Короткевич Е.С. Полярные пустыни [Текст] / Е.С. Короткевич – Л. Гидрометеиздат, 1972 – 420 с.
5. Гудкович З.М. О характере и причинах изменений климата Земли [Текст] / З.М. Гудкович, В.П. Карклин, В.М. Смоляницкий, И.Е. Фролов // Проблемы Арктики и Антарктики.– №1(81).– 2009.– С. 15–23.
6. Аверьянов, В.Г. Гляциоклиматология Антарктиды [Текст] / В.Г. Аверьянов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990.–197 с.
7. Braun, M. Ablation on the ice cap of King-George Island (Antarctica) [Text]: Doct. thesis at the Faculty of Earth Sciences Albert-Ludvigs-University / M. Braun.–2001.–165 p.
8. Куражов В.К. Роль атмосферной циркуляции в формировании долгопериодных колебаний климата Арктики [Текст] / В.К. Куражов // Труды АНИИ. – 2007. – Т. 447.– С. 33–43.
9. Thompson, David W.J An abrupt drop in Northern Hemisphere sea surface temperature around 1970 [Text] / David W.J. Thompson, John M.Wallace, John J.Kennedy and Phil D.Jones // Nature 467. – 2010.
10. [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/bulletin/figt2gif](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/bulletin/figt2gif)
- 11 Александров В.Я. Экстремальные изменения температуры воздуха на Антарктическом полуострове в связи с крупномасштабными колебаниями температуры поверхности океана [Текст] / В.Я. Александров, А.Я. Коржиков // Ученые записки РГГМУ. – № 23.– 2011.– С. 100–104.
- 12 Мартазинова В.Ф. Современное состояние атмосферной циркуляции воздуха в северном и южном полушариях и региональные климатические особенности в атлантико-европейском секторе и районе Антарктического полуострова [Текст] / В.Ф. Мартазинова, В.Е. Тимофеев // Проблемы Арктики и Антарктики.– 2008. – № 3(80). – С. 17–37.
- 13 IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. J.T.Houghton, Y.Ding, D.J.Griggs, M.Noguer, P.J. van der Linden, X.Dai, K.Maskell, C.A.Johnson, eds. – Cambridge, UK, and New York.– Cambridge University Press.–2001/– 881 p.

### Анализ длительных аномалий тепла в зимний период

**Алексеева Е.Г.<sup>1</sup>, Анискина О.Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> - *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, E.Alekseeva-rshu@yandex.ru*

Аннотация. Проведен анализ аномалий тепла в зимние месяцы на территории Российской Федерации. Выявлены максимальные по значениям и продолжительности аномалии тепла.

Ключевые слова: максимальная температура воздуха, аномальное потепление.

Введение. В настоящее время изучению вопросов аномальных потеплений в зимний период уделяется особое внимание, поскольку в последнее десятилетие наблюдается значительное увеличение количества продолжительных периодов аномального повышения температуры воздуха у поверхности земли.

Данные и методы. В исследовании использовались данные о максимальной температуре воздуха базы проекта European Climate Assessment & Datasetproject (ECA & D) (<https://www.ecad.eu/>), представляющие собой данные наблюдений, полученные от национальных Европейских метеорологических служб, и проверенные на однородность и репрезентативность. В анализе использовались данные о максимальной температуре ( $T_{\text{макс}}$ ) на 55 метеорологических станциях Европейской и Центральной территории Российской Федерации, ряд наблюдений на которых охватывал период с 1950 по 2019 год. Аномально тёплая зима 2019/2020 годов не рассматривалась.

Для оценки периодов потеплений были рассчитаны аномалии температуры ( $\delta T$ ) относительно всего рассматриваемого периода, а для того чтобы можно было сравнивать потепления в различных пунктах было осуществлено нормирование на среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ )

$$\delta T = \frac{(x_i - \bar{X})}{\sigma}, \text{ где}$$

$x_i$  – ежедневная максимальная температура воздуха,

$\bar{X}$  – многолетняя среднемесячная максимальная температура воздуха:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$N$  – длина ряда.

Для определения аномальных потеплений проведена оценка 90-го перцентиля. Для каждой станции был определён свой критерий аномальности с использованием 90-го перцентиля. Значительным аномальным потеплением считались периоды, когда как минимум 5 дней подряд нормированная аномалия максимальной температуры воздуха была выше 90-го перцентиля. На большинстве станций критерием значительного потепления является пороговое значение нормированной аномалии максимальной температуры 1.2. Разброс нормированных аномалий от 1 (Великие Луки - 31 января 2008 г., 27 января 2016 г.; Псков – 20 января 2003 г., 30 января 2006 г., 20 января 2017 г.) до 2.6 (Калининград- 06 декабря 2006 г., Старица – 09 января 2017 г.)

Проанализированы аномалии температуры за три холодных месяца года с декабря по март. Практически на всех проанализированных станциях самым аномальным месяцем является январь. Именно в январе наблюдаются самые большие по величине и самые длительные аномалии.

Проведено сравнение аномальности относительно различных периодов - до 1980 (период до потепления) и после (современный климат). Только на шести из анализируемых станциях (Калининград, Санкт-Петербург, Псков, Великие Луки, Каменная Степь (Воронежская область), остров Визе) видны значительные различия в этих двух периодах. Самым экстремальным по величине и продолжительности аномалий был январь 2007 года.

Самые длительные аномалии наблюдались в Москве с 01 по 20 января 2007 г. ( $\delta T = 2.2$ ), в Калининграде с 01 января по 19 января 2007 г. ( $\delta T = 2.4$ ), в Трубчевске и Сухиничи с 05 по 23 января 2007 г. ( $\delta T = 2.1$  и  $2.0$ ) соответственно. Самые значительные по силе аномалии тепла

наблюдались в Старице 09 января 2017 г. ( $\delta T = 2.6$ ), Калининграде 06 декабря 2006 г. ( $\delta T = 2.6$ ).

Вывод. Хотя повсеместно наблюдаются повышения максимальной температуры воздуха в холодное полугодие, длительные аномалии тепла зимой наблюдаются только в некоторых регионах Российской Федерации. Общее количество непродолжительных потеплений не увеличилось, как не увеличилась и их интенсивность.

### Литература

1. Варгин П.Н., Володин Е.М., Карпечко А.И., Погорельцев А.И. О стратосферно-тропосферных взаимодействиях. – Вестник Российской академии наук, 2015, Т.85, № 1, С.39–46.
2. Гечайте И., Погорельцев А.И., Угрюмов А.И. Влияние Арктического колебания на температурный режим Восточной части Балтийского региона. – Солнечно-земная физика, 2016, Т.2, № 1, С. 64 – 70.
3. URL: [http:// www.ecad.eu](http://www.ecad.eu) (дата обращения 18.02.2020 г.)

### **Analysis of long-term heat anomalies in winter Aleksieva E.G.<sup>1</sup>, Aniskina O.G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> - *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
E.Aleksieva-rshu@yandex.ru*

Abstract. The analysis of heat anomalies in the winter months on the territory of the Russian Federation is carried out. The maximum heat anomalies in terms of values and duration have been revealed.

Key words: maximum air temperature, abnormal warming.

## **Особенности использования метеорологических данных метеостанций, метеопостов и временных метеопунктов наблюдений при проведении гидрометеорологических изысканий**

**Алентьев Ю.Ю.**

*ООО «Научный инновационный центр Мониторинга Природной Среды», М.О., Истринский р-н, п. Глебовский, Россия,  
e-mail: alentev49@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены основные виды работ при проведении инженерно-гидрометеорологических изысканий и особенности использования АМК (автоматические метеорологические комплексы) при проведении данных изысканий.

Ключевые слова: инженерно-гидрометеорологические изыскания, АМК (автоматические метеорологические комплексы), репрезентативные метеостанции, корреляционная связь.

В рамках инженерно-геологических работ часто возникает необходимость проведения гидрометеорологических изысканий. В состав работ при проведении гидрометеорологических изысканий, согласно СП 11-103-97, входят:

- сбор, анализ и обобщение материалов гидрометеорологической и картографической изученности территории;
- рекогносцировочное обследование района изысканий;
- наблюдение за характеристиками гидрологического режима водных объектов и климата, эпизодические работы по их изучению;
- исследование опасных гидрометеорологических процессов и явлений;
- камеральная обработка материалов;
- составление отчета.[1]

На основании сбора, анализа, обобщения материалов гидрометеорологической изученности производится выбор репрезентативных метеорологических станций (постов) аналогов, на основании наличия которых и результатов рекогносцировочного обследования оценивается степень гидрометеорологической изученности территории.

По степени гидрометеорологической изученности, территории, согласно СП 11-103-97, делятся на изученную, недостаточно изученную и неизученную. Наличие и количество репрезентативных метеорологических станций и постов аналогов является одним из важнейших факторов для определения степени изученности территории.

На сегодняшний день на территории России метеорологическая сеть насчитывает 3562 пункта наблюдений. Средняя плотность метеорологической сети составляет 10.5 тысяч км<sup>2</sup> [2]. При этом плотность метеорологической сети по территории России далеко неоднородна, для центральных и южных районов она в разы выше, чем в районах Сибири и Дальнего Востока. Соответственно подобрать репрезентативную метеостанцию или метеопост в центральном регионе гораздо проще, чем в Сибири или на Дальнем Востоке.

Поэтому для проведения инженерно-гидрометеорологических изысканий в районах, где плотность метеорологической сети небольшая, становится актуальным использование АМК (автоматизированные метеорологические комплексы).

Оценка сопоставимости данных, полученных с помощью АМК, с данными репрезентативной метеорологической станции проводилась в Истринском районе Московской области.

Была выполнена оценка коррелируемости метеорологических данных (температуры воздуха, давления, количества осадков), полученных с помощью АМК, с данными метеорологической станции за 2018 год. Корреляция данных показателей оценивалась с помощью коэффициента корреляции ( $r$ ), который был рассчитан для каждого из трех показателей с помощью метода Пирсона (метод квадратов) [3]. На основе полученных коэффициентов корреляции (табл.1) и данных приведенных в таблице 2 была оценена корреляционная связь. Для всех трех

рассматриваемых показателей коэффициент корреляции получился стремящимся к единице, что согласно схеме, приведенной в таблице 2, соответствует сильной корреляционной связи.

**Таблица 1** – Коэффициенты корреляции

| Показатель                 | Коэффициент корреляции (r) |
|----------------------------|----------------------------|
| Среднесуточная температура | 0.999                      |
| Среднемесячная температура | 0.998                      |
| Среднесуточное давление    | 0.965                      |
| Осадки                     | 0.987                      |

**Таблица 2** – Схема оценки корреляционной связи

| Значение коэффициента корреляции | Сила связи  |
|----------------------------------|-------------|
| от $\pm 1$ до $\pm 0.7$          | Сильная     |
| от $\pm 0.69$ до $\pm 0.3$       | Средняя     |
| от $\pm 0.29$ до $0.01$          | Слабая      |
| 0.0                              | Отсутствует |

На основании выполненного анализа можно сделать вывод, что при проведении гидрометеорологических изысканий в труднодоступных районах с малой плотностью метеорологической сети необходимо наряду с данными метеостанций и постов метеорологической сети привлекать данные АМК, предварительно (не менее чем за год) установленных в районе предполагаемых гидрометеорологических изысканий.

#### Литература

1. СП 11-103-97 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. Госстрой России, Москва; 2004
2. <http://www.meteorf.ru/press/releases/18665/> -официальный сайт Росгидромета
3. Гайдадин А.Н., Ефремова С.А., Бакумова Н.Н. Применение корреляционного анализа в технологических расчетах. ВолгГТУ, Волгоград. 2008.

### **The Particularities of the use meteorological data meteorological station, weather posts and temporary weather stations of the observations when undertaking hydrometeorological prospecting.**

**Alentiev YU.YU.**

*1 - ООО "Scientific innovation center of the Monitoring the Natural Ambience", M.r., Istrinskiy area, s. Glebovskiy, Russia,  
 e-mail: alentev49@mail.ru*

Abstract. Main types of the work are considered In article when undertaking engineering and hydrometeorological of the prospecting and particularities of the use AMC (the automatic meteorological complexes) when undertaking prospecting data.

Keywords: engineering and hydrometeorological of the prospecting, AMC (the automatic meteorological complexes), presentable to meteorological stations, correlation relationship.

## **Исследование влияния астрономических факторов на формирование естественных климатических сезонов в различных географических районах Земли**

**Алехин С.Г.<sup>1</sup>, Иванов Р.Д.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург, Россия, 2670368@rambler.ru,*

Аннотация. Несмотря на достаточно высокую точность используемых в настоящее время методов прогнозирования погоды, вопрос повышения их оправданности остается актуальным. Значительного увеличения точности прогнозов погоды можно ожидать от моделей, учитывающих связи между различными метеорологическими факторами и климатом того или иного географического района. Предлагается новый подход к классификации естественных климатических сезонов года на основе учета астрономических факторов.

Ключевые слова: сезоны года, климат, среднесуточная температура воздуха, временные ряды, коррелограмма, гравитационное взаимодействие

Каждому календарному сезону года свойственны свои локальные метеорологические процессы и явления. Комплексы этих процессов и явлений с однотипными взаимосвязями между метеорологическими факторами определяют естественный климатический сезон (ЕКС).

Известно, что в формирование погоды над конкретной местностью существенный вклад, помимо солнечной радиации и влагооборота, вносит атмосферный воздух, который находится в постоянном движении относительно поверхности Земли. Это связано с разностью атмосферных давлений, возникающей из-за неравномерного нагрева земной поверхности, движением Земли вокруг оси, кориолисовой силой и воздействием гравитационных сил. В солнечной системе присутствуют два тела, влияние гравитационных приливообразующих сил которых на Землю существенно больше остальных – Луна и Солнце. Влияние приливообразующих сил Луны на движение воздушных масс в атмосфере Земли больше солнечного, имеет меньший период и, как следствие, может являться значимой причиной внутригодовой естественной сезонной изменчивости погоды. [1]

В работе [2] принцип определения ЕКС основан на анализе корреляционных связей временных рядов среднесуточной температуры воздуха между 3, 6, ..., 30 сутками каждого календарного месяца. В результате чего ЕКС определялись по временной шкале солнечного года. Несмотря на полученные удовлетворительные результаты недостатком такого подхода является тот факт, что, согласно многолетним наблюдениям, календарные сроки наступления ЕКС в одном районе в разные по метеорологическим условиям годы различны. В исследовании определялись лишь средние многолетние даты смены сезонов, фактическая же дата смены ЕКС может значительно отличаться от расчетной.

Для устранения указанного недостатка было предположено, что расчеты коэффициентов корреляции среднесуточной температуры воздуха следует проводить по временным рядам, составленным из суток, где значения векторов лунной приливообразующей силы равны между собой, а положения Земли относительно Солнца имеют минимальные различия, – т.е. по лунному году.

Экспериментальная проверка выдвинутого предположения осуществлялась по данным наблюдений на 484 станциях, расположенных на территории РФ, за период с 1954 по 2013 год. Общий объем выборки по каждой станции составлял 21240 значений.

Эксперименты показали, что непрерывные ряды положительных значений параметров Фишера (левой границы доверительного интервала z-преобразования Фишера), построенные по лунному году, в сравнении с построенными ранее по солнечному году, имеют большую протяженность, а сами коэффициенты корреляции имеют большие абсолютные значения. Таким образом, была подтверждена целесообразность учета влияния лунного гравитационного фактора при определении ЕКС.

Ранее многие исследователи основной характеристикой сезонов считали среднюю за определенный период времени (сутки, пентаду, декаду и т.п.) температуру воздуха и диапазоны ее изменения (0.5 °С, 5..10 °С и т.д.). Проведенные исследования позволили изменить подход к вопросу определения сезонов и считать главной характеристикой ЕКС величину коэффициента линейного тренда без строгой привязки к абсолютным величинам значений среднесуточной температуры воздуха.

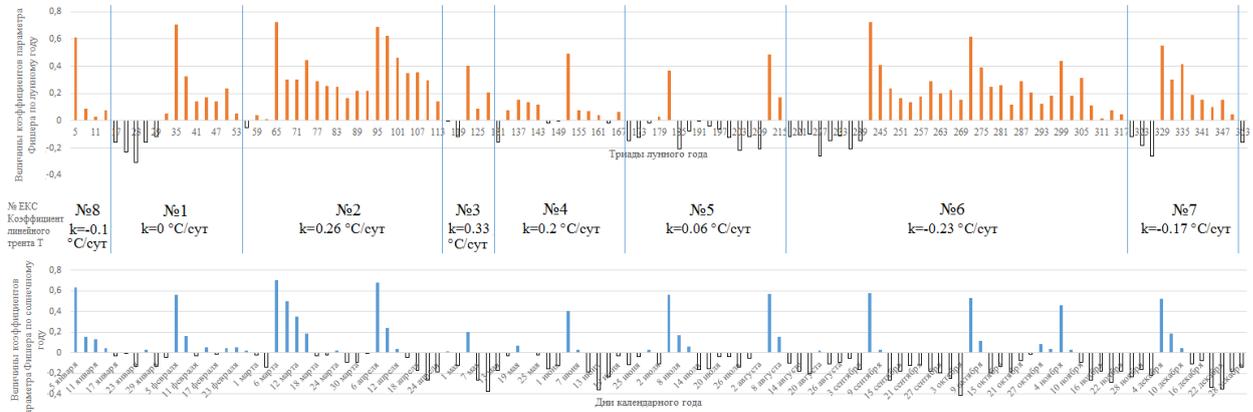


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика значений параметра Фишера среднесуточной температуры воздуха по солнечному и по лунному году

Результаты исследования показали наличие большого количества значимых корреляционных связей во временных рядах среднесуточной температуры воздуха по лунному году в сравнении с солнечным (параметр Фишера принимает соответствующие положительные значения).

При детальном рассмотрении коррелограммы можно выделить локальные экстремумы рядов коэффициентов корреляции и значений параметра Фишера (56, 86, 254, 293 лунные сутки). Эти даты являются границами «подсезонов».

Одной и той же дате соседних календарных лет соответствуют разные фазы Луны, а следовательно, и разные вектора равнодействующих гравитационных сил. Поэтому можно говорить о существовании некоторого универсального портрета ЕКС, присущего конкретному географическому району, и имеющего в своей основе такие параметры, как порядковый номер сезона, дату начала сезона (порядковый номер суток с момента начала отсчета), продолжительность сезона (в сутках). Портрет накладывается на временную шкалу солнечного года со смещением до ближайшего совпадения лунных фаз.

Выделение сезонов происходит по принципу поиска отрицательных значений параметра Фишера на шкале времени. День, в который встречается первое отрицательное значение (при условии, что следующее значение за ним тоже отрицательно) является границей смены сезона. Точность такого метода позволяет говорить о прогнозировании наступления ЕКС с погрешностью  $\pm 3$  дня.

### Литература

1. Коваленко В.Д. Гелиоцентрическая теория изменчивости климата и космическое будущее планеты Земля // Труды Западно-Сибирского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института. 1990. pp. 33-58.
2. Алехин С.Г., Иванов Р.Д., Чернышев С.В. Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития РФ // Классификация ЕКС года на основе анализа временных рядов среднесуточной температуры воздуха. Санкт-Петербург. 2019. pp. 46-47.

Abstract. Despite the rather high accuracy of the currently used weather forecasting methods, the issue of increasing their justification remains relevant. A significant increase in the accuracy of weather forecasts can be expected from models that take into account the relationship between different meteorological factors and the climate of a given geographical area. A new approach to the classification of natural climatic seasons of the year based on the consideration of astronomical factors is proposed.

Keywords: seasons, climate, daily average air temperature, time series, correlogram, gravitational interaction

## **Повторяемость различных типов синоптических процессов в Нижнем Поволжье в условиях меняющегося климата**

**Алимпиева М.А.<sup>1</sup>, Морозова С.В.<sup>1</sup>, Полянская Е.А.<sup>1</sup>, Кононова Н.К.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,  
г. Саратов, Россия, [alimpiewa@rambler.ru](mailto:alimpiewa@rambler.ru)

<sup>2</sup> – Институт географии РАН, г. Москва, Россия

Аннотация. В настоящей статье рассматривается повторяемость и преемственность синоптических процессов в различные климатические периоды. Замечено увеличение числа вторжений из Арктики во вторую волну глобального потепления по сравнению с периодом стабилизации.

Ключевые слова: региональный климат, синоптические процессы, климатические изменения.

Климатические изменения, происходящие и на планете в целом, и в отдельных регионах, очевидны. Однако, на фоне глобального потепления погодно-климатический режим отдельных регионов различен. Различия, безусловно, определяются режимом общей циркуляции атмосферы.

В настоящей статье поставлена задача рассмотреть повторяемость и преемственность различных типов синоптических процессов по трем пунктам Нижнего Поволжья – Саратов, Волгоград и Астрахань - в два естественных климатических периода состояния земной климатической системы - в период стабилизации и во вторую волну глобального потепления. Естественные климатические периоды выделены С.В. Морозовой, физическое и статистическое обоснование их выделения приведено в [3,5].

Режим общей циркуляции атмосферы рассматривался согласно региональной типизации В.Л.Архангельского – Е.А.Полянской [1,4], к которой выделены следующие типы синоптических процессов:

- I. Циклоническая деятельность на арктическом фронте.
- II. Воздействие арктического антициклона.
- III. Воздействие зимнего азиатского антициклона.
- IV. Воздействие субтропического антициклона.
- V. Малоградиентные поля повышенного и пониженного давления.
- VI. Циклоническая деятельность на полярном фронте.
- VII. Деформационное поле.

Определение типов синоптических процессов проводилось по ежедневным картам погоды за срок 00 Гринвичского времени по трем выбранным пунктам. В связи с ограниченным синоптическим архивом повторяемость типов процессов определялась на двух временных интервалах: первый – 1949 – 1969 гг., совпадающий с периодом стабилизации; второй – 1998 – 2007 гг., соответствующий второй волне глобального потепления.

Анализ повторяемости синоптических процессов в рассматриваемых пунктах позволил отметить следующее. В целом за год заметно увеличение повторяемости процессов циклонической деятельности на арктическом фронте от периода стабилизации ко второй волне глобального потепления. Аналогичная тенденция прослеживается и для арктических антициклонов. Также от первого климатического периода ко второму растет повторяемость малоградиентных полей.

Оказывается интересным посмотреть, как на фоне настоящих климатических изменений происходит смена одного типа процесса другим. Для анализа преемственности процессов применялся статистический прием обработки материала, при котором синоптические процессы рассматриваются как простая Марковская цепь [2]. Поскольку по всем трем пунктам результаты оказались схожи, приведем данные по п. Саратов (таблица 1). Согласно данным таблиц, имеют место различия в преемственности синоптических процессов в регионе в два климатических периода. Так и в период стабилизации, и во вторую волну глобального потепления серии арктических антициклонов обычно завершались вторжением арктических ядер. Также можно

отметить, что, если в период стабилизации западную периферию сменяли полярнофронтальные циклоны, то во вторую волну после нее чаще стали наблюдаться малоградиентные поля. Настоящую работу планируется продолжать, изучая сезонные различия.

таблица 1 – Повторяемость синпроцессов в различные климатические периоды по п. Саратов

| Тип | Период         | Тип синоптического процесса |      |      |      |      |      |      |
|-----|----------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|
|     |                | I                           | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  |
| I   | 1949- 1969 гг. | -                           | 39,9 | 5,0  | 17,3 | 10,0 | 20,0 | 7,8  |
|     | 1998- 2007 гг. | -                           | 43,8 | 5,1  | 10,6 | 26,5 | 11,3 | 2,8  |
| II  | 1949- 1969 гг. | 32,4                        | -    | 16,4 | 1,7  | 11,9 | 26,4 | 11,2 |
|     | 1998- 2007 гг. | 39,9                        | -    | 10,8 | 2,2  | 19,6 | 18,4 | 9,2  |
| III | 1949- 1969 гг. | 18,7                        | 10,7 | -    | 2,9  | 13,2 | 39,3 | 15,2 |
|     | 1998- 2007 гг. | 24,0                        | 11,5 | -    | 2,1  | 28,1 | 29,2 | 5,2  |
| IV  | 1949- 1969 гг. | 19,3                        | 3,8  | 6,1  | -    | 17,2 | 42,2 | 11,4 |
|     | 1998- 2007 гг. | 28,3                        | 8,5  | 8,5  | -    | 26,4 | 22,6 | 5,7  |
| V   | 1949- 1969 гг. | 21,4                        | 13,9 | 4,6  | 12,1 | -    | 37,6 | 10,3 |
|     | 1998- 2007 гг. | 39,6                        | 18,7 | 5,3  | 8,1  | -    | 22,7 | 5,6  |
| VI  | 1949- 1969 гг. | 28,5                        | 14,8 | 7,8  | 22,3 | 16,4 | -    | 10,2 |
|     | 1998- 2007 гг. | 41,1                        | 14,2 | 5,3  | 6,9  | 28,9 | -    | 3,7  |
| VII | 1949- 1969 гг. | 25,8                        | 12,4 | 4,8  | 14,2 | 12,8 | 30,0 | -    |
|     | 1998- 2007 гг. | 32,9                        | 13,9 | 2,5  | 10,1 | 22,8 | 17,7 | -    |

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Института географии РАН, проект № 0148-2019-0009.

#### Литература

1. Архангельский В.Л. Региональная синоптика Нижнего Поволжья / В.Л. Архангельский. – Саратов: Изд-во СГУ, 1968. – 208 с.
2. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. СПб. Изд-во РГГМУ. 2008. 408 с.
3. Морозова С.В. Роль планетарных объектов циркуляции в глобальных климатических процессах. Саратов. Изд-во СГУ. 2019. 132 с.
4. Полянская Е.А. Синоптические процессы и явления погоды в Нижнем Поволжье / Е.А.Полянская. - Саратов: Изд-во СГУ, 1986. – 208 с.
5. Morozova SV, Polyanskaya EA, Ivanova GF, Levitskaya NG, Denisov KE, Molchanova NP Variability of the circulation processes in the Lower Volga Region on the global climate trends // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES). Volume 107. 2018.

### Repeatability of various types of synoptic processes in the Lower Volga region in a changing climate

Alimpieva M.<sup>1</sup>, Morozova S.<sup>1</sup>, Polyanskaya E.<sup>1</sup>, Kononova N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, Russia, alimpieva@rambler.ru*

<sup>2</sup> - *Institute of Geography RAS, Moscow, Russia*

Abstract. This article discusses the repeatability and continuity of synoptic processes in various climatic periods. An increase in the number of invasions from the Arctic into the second wave of global warming has been noticed compared with the stabilization period.

Key words: regional climate, synoptic processes, climate change.

## Исследование термического режима Арктического региона на фоне настоящих климатических изменений

Алимпиева М.А.<sup>1</sup>, Морозова С.В.<sup>1</sup>, Полянская Е.А.<sup>1</sup>, Кононова Н.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г.

Чернышевского, Саратов, Россия, [alimpiewa@rambler.ru](mailto:alimpiewa@rambler.ru)

<sup>2</sup> – Институт географии РАН, Москва, Россия

Аннотация. В настоящей статье рассматривается термический режим Арктики в периоды стабилизации и второй волны глобального потепления. Рост зимних температур отмечен на всех станциях. Летнее повышение температуры воздуха обнаружено не на всех рассматриваемых станциях региона.

Ключевые слова: Арктический регион, вторая волна глобального потепления, климатические периоды, среднемесячные температуры, статистические характеристики.

В настоящее время в арктическом регионе происходят довольно заметные изменения погодно-климатических условий, вызываемые, в первую очередь, повышением приповерхностной температуры воздуха. Отметим, что потепление в Арктике проявляется гораздо сильнее, чем в среднем по земному шару. Кроме этого, согласно Второму Оценочному Докладу (ОД) Росгидромета, в регионе наблюдается повышение как зимних, так и летних температур [1]. Целью настоящей работы является рассмотреть сезонные изменения термического режима Арктики на фоне настоящих климатических тенденций.

Укажем, что на фоне роста приповерхностной температуры воздуха выявляются неравные по продолжительности периоды, в которых приповерхностная температура воздуха не только не растет, но даже несколько снижается. Морозовой С.В. выделены четыре климатических периода, в которые приземная температура воздуха имеет разную тенденцию изменения [2,3]:

- 1) малый ледниковый период в Европе, с середины XIX века по середину нулевых годов XX века;
- 2) первая волна глобального потепления, наблюдавшаяся с середины нулевых с сороковых годов прошлого века;
- 3) период стабилизации (относительного похолодания), имевший место в пятидесятые – шестидесятые годы XX века;
- 4) вторая волна глобального потепления, начавшаяся с середины семидесятых годов XX века и продолжающаяся по настоящее время с довольно существенным замедлением темпа [4].

В настоящей статье рассмотрены изменения температур в период стабилизации и во вторую волну глобального потепления.

Исходными материалами для исследования послужили данные метеорологических наблюдений на метеостанциях - «Остров Врангеля», «Остров Визе», «Остров Хейса», «Утсйоки Кево», «Хаммефест», Кап Моррис Джесюп» (<http://www.pogodaiklimat.ru/>). По каждой исследуемой станции в период с января по декабрь рассчитаны среднемесячные температуры за имеющийся ряд лет и такие статистические характеристики как угол наклона линий трендов  $\alpha$  и коэффициент детерминации  $R^2$  (таблица 1).

Из анализа средних месячных температур было установлено, что месяцем с самыми высокими температурами на всех станциях стал июль, а самые низкие средние месячные температуры отмечались с января по март (таблица 1) в зависимости от географического положения станции.

Согласно расчетам, среднегодовые температуры воздуха на всех станциях растут со средней скоростью  $0,0082^\circ$  за 10 лет. На основании данных о средней месячной температуре воздуха и углов наклона линий трендов  $\alpha$  в соответствии таблицей 1 наибольший рост среднегодовых температур отмечается на станции «Кап Моррис Джесюп» (0,1375). На других станциях рост гораздо слабее. На станции «Утсйоки Кево» рост почти не заметен (0,0119).

Из анализа тенденций изменения летних температур можно заключить, что летом повышение температуры наблюдается не на всех станциях. На станциях «Остров Визе» и «Остров Хейса» наблюдается уменьшение летних температур. Отметим, что на тех станциях, где фиксировался рост июльских температур, он был незначительным и намного меньше зимнего. Полученный результат не согласуется с материалами ОД. По-видимому, различия связаны с тем, что в настоящем исследовании брался самый теплый месяц, а в ОД – средние сезонные температуры. В дальнейшем планируется рассматривать температуры и отдельных месяцев, и в сезонном осреднении.

Таблица 1 – Статистические характеристики изменения температуры

| Станция           | Сезонные характеристики                     |        |             |        | Среднегодовые характеристики |        |
|-------------------|---|--------|-------------|--------|------------------------------|--------|
|                   | Зима (месяц с самыми низкими температурами) |        | Лето (июль) |        |                              |        |
|                   | $\alpha$                                    | $R^2$  | $\alpha$    | $R^2$  | $\alpha$                     | $R^2$  |
| Остров Врангеля   | февраль                                     |        | 0,0261      | 0,3389 | 0,0491                       | 0,5085 |
|                   | 0,0747                                      | 0,1979 |             |        |                              |        |
| Остров Визе       | февраль                                     |        | -0,001      | 0,004  | 0,0569                       | 0,2506 |
|                   | 0,0774                                      | 0,1003 |             |        |                              |        |
| Остров Хейса      | март  |        | -0,0024     | 0,0163 | 0,0864                       | 0,4634 |
|                   | 0,1355                                      | 0,2675 |             |        |                              |        |
| Утсйоки Кево      | январь                                      |        | 0,0265      | 0,0582 | 0,0119                       | 0,0211 |
|                   | 0,0481                                      | 0,0371 |             |        |                              |        |
| Хаммефест         | январь                                      |        | 0,0148      | 0,0096 | 0,0413                       | 0,2972 |
|                   | 0,0392                                      | 0,0781 |             |        |                              |        |
| Кап Моррис Джесюп | март  |        | 0,0404      | 0,1409 | 0,1375                       | 0,2161 |
|                   | 0,1644                                      | 0,1963 |             |        |                              |        |

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Института географии РАН, проект № 0148-2019-0009.

#### Литература

1. Второй Оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: «Росгидромет», 2014. – 60 с.
2. Peculiarities of the global climate tendencies in the south-east Russian plains [электронный ресурс] / S. V. Morozova, E. A. Polyanskaya, N. K. Kononova, N. P. Molchanova and A. P. Solodovnikov // International Scientific and Practical Conference in commemoration of Corr.2019. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/381/1/012064/pdf> (датаобращения 03.02.20).
3. Морозова С.В. Роль планетарных объектов циркуляции в глобальных климатических процессах. Саратов: Изд-во СГУ. 2019. 132 с.
4. . Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate change 2013: The physical science basis. Cambridge *Cambridge University Press* 1535.

### The study of the thermal regime of the Arctic region amid real climate change

**Alimpieva M.<sup>1</sup>, Morozova S.<sup>1</sup>, Polyanskaya E.<sup>1</sup>, Kononova N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, Russia, alimpiewa@rambler.ru*

<sup>2</sup> – *Institute of Geography RAS, Moscow, Russia*

Annotation. This article discusses the thermal regime of the Arctic during periods of stabilization and the second wave of global warming. An increase in winter temperatures was noted at all stations. Summer air temperature rise was not detected at all stations in the region.

Key words: Arctic region, second wave of global warming, climatic periods, monthly average temperatures, statistical characteristics.

## **Динамика опустынивание на территории Узбекистана**

**Арипджанова Ф.А.<sup>1</sup>, Петров Ю.В.<sup>2</sup>, Эгамбердиев Х.Т.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Научно - исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан,  
zf\_88@mail.ru

<sup>2</sup> – Национальный Университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан, uuvpet@mail.ru

Аннотация. Используя адаптированные к условиям Средней Азии сценарии изменения климата, на основе термогигрометрического коэффициента, сухости воздуха (ТГК) были выполнены расчеты изменения уровня опустынивания в летний сезон.

Ключевые слова. Сценарии изменения климата, опустынивание, уровень аридности, термогигрометрический коэффициент сухости воздуха.

Abstract. Using climate change scenarios adapted to the conditions of Central Asia, based on the thermohygrometric coefficient, air dryness (TGC), calculations were made for the summer season of changes in the conditions of desertification

Key words. Scenarios of climate change, desertification, aridity level, thermohygrometric coefficient of air dryness

Опустынивание территории Средней Азии, в первой очередь, связано с изменениям климатических условий. В настоящее время существуют несколько сценариев изменения климата, адаптированных к физико-географическим условиям Средней Азии[1]. Над этой темой работают многие ученые мира, которые разработали сценарии, учитывающие разные факторы, влияющие на изменения климата. Например, Piccolroaz, S., Toffolon, M. [2] в сценариях изменения климата для расчета температуры поверхностных вод озер по температуре воздуха разработали упрощенную физическую модель. Они считают, что, модель позволяет получить долгосрочные серии оценочных температур воды, которые могут быть использованы в исследованиях изменения климата. Akiyoshi H.; Yamashita Y. и др. [3] исследовали концентрации галогенов в атмосфере для периода 1975-2100 гг. A.M. Fischer, A. P. Weigel, M. A. Liniger, C. Buser, C. Appenzeller [4] ввели расчеты вероятностных сценариев изменения климата для Швейцарии. Оценивая изменение климата в Швейцарии на период 2016-45 гг. по сравнению с 1976-2005 гг., они рассчитывали сценарии для температуры и осадков.

Для построения региональных климатических сценариев были предложены осредненные по шести моделям, варианты А2, А1, В, В1, В2. Расчеты ожидаемых изменений ТГК были выполнены для трех временных рядов: 2016 – 2045, 2036 – 2065, 2066 – 2095 годы, которые характеризуют изменения к 2030, 2050 и 2080 годам. Для оценки тенденции опустынивания территории Узбекистана, исходя из вышеизложенного, были использованы адаптированные для этого региона варианты изменения климата, основные на сценариях эмиссии парниковых газов А2 и В2.

Значения ТГК [5], рассчитанные на основе климатических сценариев А2 и В2 для периодов, середины которых относятся к 2030, 2050 и 2080 годам, были нанесены по данным 19 станций на физико-географическую карту Узбекистана и 28 физико-географических районов (ФГР) в соответствии с районированием, предположенным. Л.Н. Бабушкиным и Н.А. Когаем [6]. Представленные карты территориального распределения уровней аридности можно использовать для районирования степени засушливости территории Узбекистана для летнего сезона года.

Сравнение полученных территориальных распределений ТГК для этих периодов с современным состоянием уровня аридности показало следующее.

Определены тенденции опустынивания этой территории, в частности, сделан вывод о том, что, по крайней мере, в первой половине XXI столетия над большей частью Узбекистана будет происходить не столько расширение пустынного ареала (дезертификация), сколько углубление локальных процессов опустынивания (дезертизация), в первую очередь, в Южном Приаралье.

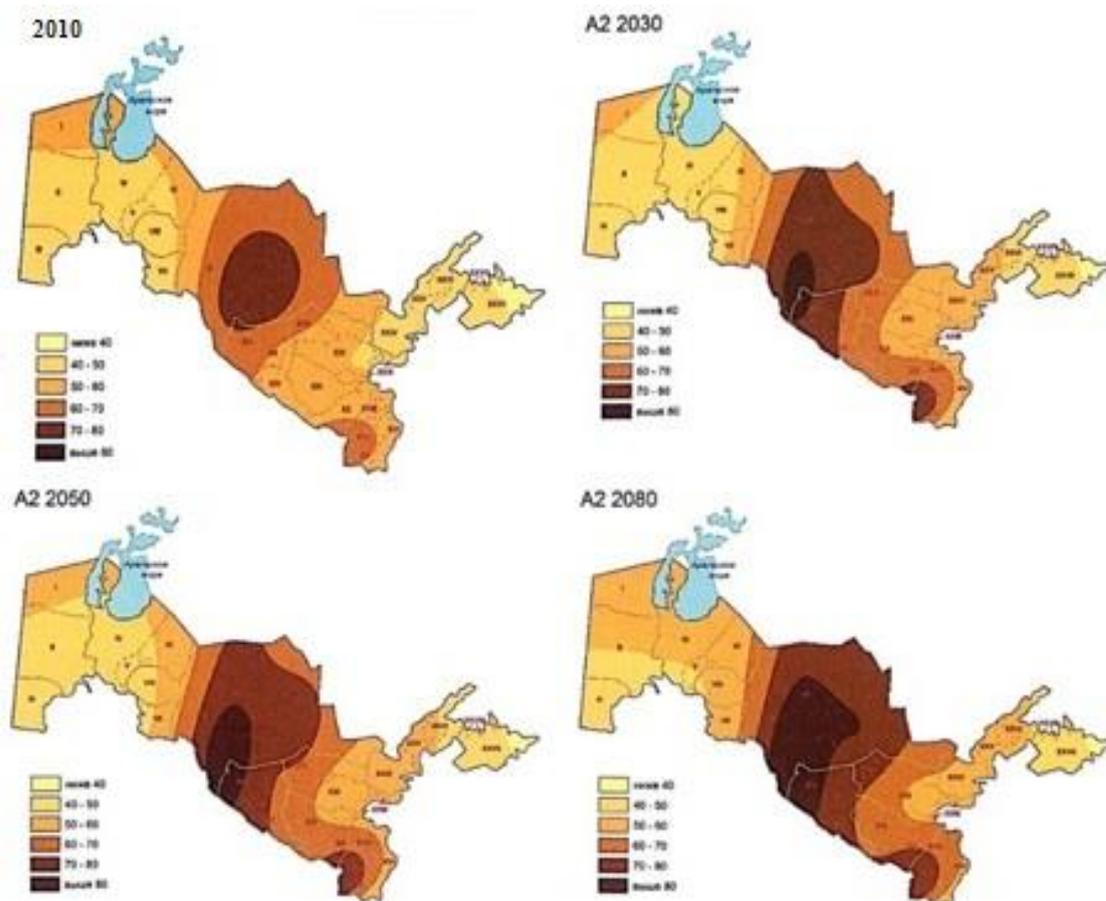


Рисунок 1. Географическая распределения термогигрометрического коэффициента (ТГК) сухости воздуха (%) в летний период в Узбекистане в настоящее время и по различным сценариям.

### Литература

1. Спекторман Т.Ю., Никулина С.П. Сценарии возможных изменений климата Узбекистана и прилегающей горной территории на основе выходных результатов моделей общей циркуляции // Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКК/ООН. Бюллетень №1. - Ташкент: САНИГМИ, 1999.
2. S.Piccolroaz, M. Toffolon. A simplified physically-based model to calculate surface water temperature of lakes from air temperature in climate change scenarios // American Geophysical Union, Fall Meeting// 2012, abstract id. H31A-1101
3. H. Akiyoshi, Y. Yamashita, K.Sakamoto, L. B.Zhou, T.Imamura.Recovery of stratospheric ozone in calculations by the Center for Climate System Research/National Institute for Environmental Studies chemistry-climate model under the CCMVal-REF2 scenario and a no-climate-change run // Journal of Geophysical Research: Atmospheres, Volume 115, Issue D19, CiteID D19301. October 2010;
4. A. M. Fischer, A. P.Weigel, M. A. Liniger, C. Buser, C. Appenzeller.Calculation of Probabilistic Climate Change Scenarios for Switzerland // 10th EMS Annual Meeting, 10th European Conference on Applications of Meteorology (ECAM) Abstracts, held Sept. 13-17, 2010 in Zürich, Switzerland. <http://meetings.copernicus.org/ems2010/>, id.EMS2010-558;
5. Петров Ю.В., А.К. Абдуллаев. К вопросу использования нового параметра для оценки сухости воздуха решения агрометеорологических задач. // Тр. НИГМИ. Т. - 2006. Вып. 7(252). - С.79 - 87
6. Бабушкин Л.Н., Когай Н.А. Вопросы географического районирования Средней Азии и Узбекистана. Тр. ТашГУ, Т. - Вып. 231. - 263 с.

## Формализация понятия «Климат»

Арушанов М. Л.

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан  
 e-mail: mikl-arushanov@rambler.ru

Аннотация. На основе теоремы И. Пригожина о минимальности производства энтропии открытой термодинамической системы выполнена формализация понятия «Климат».

Ключевые слова: климат, климатическая система, открытая термодинамическая система, энтропия, производство энтропии, температура, теорема Пригожина.

Необходимость в формализации понятия климат продиктована отсутствием его определения, базирующегося не на статистической, а на физической основе, как это изначально было заложено древними греками в самом слове климат «*κλίμα (klimatos)*», т.е. наклон к поверхности Земли падающих солнечных лучей.

В своих основных чертах климат имеет колебательный характер с определёнными периодами. Это указывает на самоорганизующее начало динамики климатической системы. В свою очередь самоорганизующее начало природных процессов указывает на то, что процессы формирования погоды необходимо рассматривать как результат функционирования открытой термодинамической системы, элементы которой обмениваются веществом, энергией и импульсом. Как известно [1] свойства открытых систем описываются наиболее просто вблизи состояния термодинамического равновесия. Если отклонения от термодинамического равновесия не велико, то неравновесное состояние можно охарактеризовать теми же параметрами, что и равновесное, но не с постоянными для всей системы значениями, а зависящие от времени. Степень неупорядоченности такой открытой системы, как и системы в равновесном состоянии, характеризуется энтропией. Термодинамические силы (отклонения термодинамических параметров от их равновесных значений) вызывают в системе потоки энтропии и вещества, что приводит к росту энтропии системы – производству энтропии. В замкнутой изолированной системе, согласно второму закону термодинамики, энтропия, возрастая, стремится к своему максимальному значению, а производство энтропии к нулю [2]. В открытой системе возможны стационарные состояния с постоянной энтропией при постоянном производстве энтропии. И. Пригожиным доказана теорема [2], согласно которой при стационарных состояниях в открытой системе производство энтропии минимально. Данная теорема является прямым указанием на возможность формализации понятия «климат». Действительно, средние погодные условия в течение определённых периодов на планете, характеризуемые как климат, на этом периоде можно рассматривать как стационарное состояние климатической системы. Тогда на этом временном интервале производство энтропии будет минимально. Таким образом, «скачки» значений производства энтропии между незначительными её изменениями на интервале определённой длительности являются индикаторами, характеризующие состояние климатической системы на данном отрезке времени. Такие «скачки» не могут быть подобны  $\delta$ -функции в виде импульса, а достигают своего экстремума в течение определённого интервала времени. Эти интервалы определяют некоторый переходной климатический период.

Для проведения численного эксперимента рассматривался слой атмосферы до высоты 20 км. В пределах этого слоя газовый состав атмосферы с достаточной точностью можно считать сплошной средой (число Кнудсена значительно меньше единицы), где кванты солнечного света поглощаются и рассеиваются молекулами атмосферы. Производство энтропии рассчитывалось как интеграл по слою:

$$\sigma(S) = \int_0^z \left[ -\frac{1}{T} (\text{div} f_{\odot} + \text{div} f_T) + \frac{4}{3} \left( \frac{\text{div} f_{\odot}}{T_{\odot}} + \frac{\text{div} f_T}{T} \right) \right] dz,$$

где  $f_T = \sigma_b T_e^4$  – поток энергии в полупространство с температурой  $T_e$ ,  $T_{\odot}$  – температура

радиационного потока  $f_0$ . Распределения радиационных потоков на единицу поверхности, как функция высоты, взяты из модели С. Манабе и Р. Ф. Стриклера [3].

Результаты численного эксперимента по расчёту динамики производства энтропии климатической системы планеты приведены на рис. 1. Как видно из рисунка, в течение последних 300 лет в климатической системе планеты наблюдаются четыре переходных периода различной продолжительности. Отличительная особенность первой половины периода (около 150 лет) состоит в том, что стационарные состояния более продолжительные, чем переходные. И, наоборот, последнее 150-летие характеризуются длительными переходными периодами и непродолжительными стационарными состояниями. При этом, приведённые на рис. 1 продолжительности стационарных состояний, хорошо согласуются с принятой классификацией динамики климата на рассматриваемом периоде времени [4]. Например, продолжительные стационарные состояния климатической системы между 1700 и 1850 годами с незначительными по времени переходными периодами хорошо согласуются с так называемым «малым ледниковым периодом». Современное состояние климатической системы, находится в стадии переходного периода после её последнего стационарного состояния между 1940 и 1980 годами.

На основании выше изложенного можно дать следующее физическое определение климата:

*Климат – это открытая периодически меняющаяся термодинамическая система, сохраняющая состояние стационарности или близкое к нему с постоянным значением производства энтропии на определённых интервалах времени.*

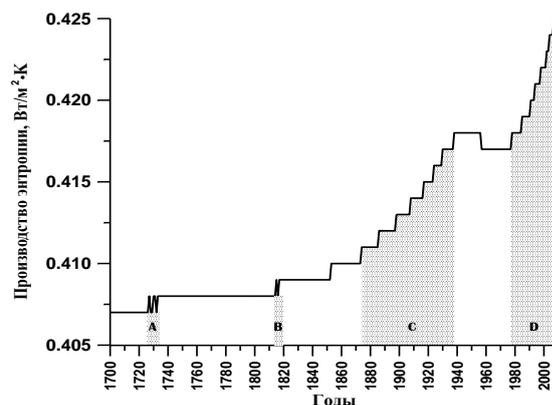


Рис. 4. Динамика производства энтропии за 300-летний период, как объективный показатель изменчивости климатической системы; А, В, С, D – переходные периоды, между стационарными состояниями климатической системы.

### Литература

1. Де Гроот С., Мазур П. Неравновесная термодинамика. – Мир, 1964. – 456 с.
2. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. – М.: Мир, 1973. – 280 с.
3. Манабе С., Стриклер Р. Ф. Термическое равновесие в атмосфере с учётом конвекции // Теория климата. – Л. Гидрометеоиздат, 1967. – С. 61-104.
4. Монин А. С. История климата. – М.: Гидрометеоиздат, 1979. – 407 с.

### Formalization of the concept «Climate»

Arushanov M. L.

Scientific Research Hydrometeorological Institute, Tashkent, Uzbekistan

e-mail: mikl-arushanov@rambler.ru

Abstract. On the basis of I. Prigogine's theorem on the minimum entropy production of an open stationary thermodynamic system, the concept of «Climate» is formalized.

Key words: climate, climatic system, open thermodynamic system, entropy, entropy production, temperature, Prigogine's theorem.

## Схема комплексного прогноза погоды по территории стран СНГ на срок до 6 суток

А.Н.Багров<sup>1</sup>, Ф.Л.Быков<sup>1,2</sup>, В.А.Гордин<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> – Гидрометцентр России

<sup>2</sup> – НИУ – Высшая школа экономики, Москва, Россия, [vagordin@mail.ru](mailto:vagordin@mail.ru)

Аннотация. Описана технология комплексного оперативного прогноза на 6 – 144 ч. (температура, ветер, шквалы, влажность, количество осадков) и ее возможные применения в различных областях жизнедеятельности.

Ключевые слова: температура, ветер, осадки, энергопотребление, заболеваемость

Прогнозы от нескольких часов до нескольких суток позволяют принимать оперативные решения на транспорте, в строительстве, в сельском хозяйстве и т.д. Для этого необходимы высокая точность и надежность поступления соответствующей прогностической информации. Будут показаны оценки точности наших прогнозов разной заблаговременности и их сравнение с оценками других схем, - оно в нашу пользу.

Схема выдает прогноз по 2800 пунктам России, стран Восточной Европы и Средней Азии.

Общедоступно: сайт комплексного прогноза погоды по 303 пунктам России и Беларуси:

<http://method.meteor.ru/ansambl/ansambl.html>,

сайт комплексного прогноза погоды по 91 пункту Средней Азии:

<http://swfdp-ca.meteoinfo.ru/prognozy/mmforecasts>

Более подробная информация приводится на картах для отдельных областей России.

Будут приведены результаты сравнения ошибок прогнозов нашей схемы с ошибками других схем прогноза погоды на территорию России, показывающие преимущество нашей схемы.

Оценивалось влияние погоды в Москве на суточное количество выездов службы «Скорая помощь». Показано, что при замене фактической погоды на прогноз погоды по нашей схеме ухудшение оценки количества выездов незначительно, т.е. схема комплексного прогноза погоды может быть использована для этой цели – ее точность достаточна. Ее можно использовать для прогноза нагрузки на медицинские учреждения мегаполиса.

Схема может быть использована для улучшения прогноза энергопотребления в субъектах РФ на 1-2 суток и для улучшения логистики теплоснабжения мегаполиса с учетом инерционности теплосети.

### Литература

1. Багров А.Н. Быков Ф.Л. Гордин В.А. *Схема оперативного краткосрочного комплексного прогноза ветра*. «Метеорология и гидрология», 2018, №7, с.19-26.
2. Багров А.Н. Быков Ф.Л. Гордин В.А. *Схема оперативного краткосрочного комплексного прогноза приземной температуры воздуха и влажности*. «Метеорология и гидрология», 2018, №8, с.5-18.
3. Быков Ф.Л. *Статистическая коррекция прогнозов погоды по модели COSMO с помощью нейронных сетей*. «Метеорология и гидрология», 2020, №3, с. 5-20.
4. Быков Ф. Л., Гордин В. А. Краткосрочный прогноз часового потребления электроэнергии с учетом погоды для субъектов РФ. Известия РАН. Энергетика. №5, стр.47-56, 2017.
5. Ph.L.Bykov, V.A.Gordin. *Forecasting Moscow Ambulance Trips*. Preprint NRU - HSE, WP BRP 36/STI/2015, 2015. <http://www.hse.ru/data/2015/04/01/1096702808/36STI2015.pdf>
6. Ph.L.Bykov, V.A.Gordin. *Calls Forecast for the Moscow Ambulance Service. The Impact of Weather Forecast*. Numerical Algebra with Applications - Proceedings of Fourth China-Russia Conference. Rostov-on-Don: Southern Federal University Publishing, 2015, pp. 17 -20.
7. В.А.Гордин, Е.А.Сахарова (2016). Долговременное влияние летней жары 2010 года в Москве на здоровье населения. Профилактическая и клиническая медицина, № 2 (59), стр. 14-20.

Работа Ф.Л.Быкова и В.А.Гордина была частично поддержана грантом №20-04-021 в рамках программы «Научный фонд Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)» в 2020 – 2021 гг. и в рамках государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации «5-100».

### **Complex weather forecasting for the territory of the C.I.S. with lead time up to 6 days**

**A. N. Bagrov<sup>1</sup>, F. L. Bykov<sup>1,2</sup>, V. A. Gordin<sup>2,1</sup>**

<sup>1</sup> – *Hydrometeorological Center of Russia*

<sup>2</sup> – *Higher School of Economics*

*Moscow, Russia, vagordin@mail.ru*

Abstract. The technology of complex operational forecast for 6 – 144 hours (temperature, wind, squalls, humidity, precipitation) and its possible applications in various areas of life are described.

Keywords: temperature, wind, precipitation, energy consumption, morbidity.

## Влияние достоверности результатов радиозондирования и прогноза параметров атмосферы на потребную заправку топливом при подготовке воздушного судна к полету

Болелов Э.А.<sup>1</sup>, Ермошенко Ю.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Московский государственный технический университет гражданской авиации, г. Москва, Россия*

Аннотация. В настоящее время при подготовке к полёту ВС ГА расчёт потребной заправки топливом (ПЗТ) производится для условий стандартной атмосферы, то есть без учёта влияния реальных данных о метеорологических параметрах атмосферы на различных этапах полёта. Показаны масштабы влияния отличия реальных значений температуры и параметров ветра от стандартных на этапах полёта, взлёта и посадки на ПЗТ. Предлагается при расчётах ПЗТ использовать доступные сегодня конкретные данные о стратификации атмосферы с оцененной достоверностью, получаемые на отечественной и мировой аэрологической сети радиозондирования атмосферы.

Ключевые слова. Расчет авиатоплива, реальная стратификация атмосферы, потребная заправка топливом (ПЗТ).

1. На этапе подготовки к полету ВС определяется потребная заправка топливом (ПЗТ), максимально допустимая взлетная и посадочная масса ВС, допустимая коммерческая нагрузка и т.д. ПЗТ определяется дальностью полета ВС и зависит, в частности, от параметров ветра, температуры и влажности на всех этапах полета. 2. Расчеты проводятся для условий международной стандартной атмосферы (МСА) по температуре и без учёта влияния ветра и влажности. Исходными данными для расчетов являются длина и состояние ВПП аэродрома назначения, дальность полета до аэродрома назначения и запасных аэродромов, летно-технические характеристики ВС. В то же время, фактические температура и параметры ветра на трассе полёта, аэродромах взлёта и посадки оказывают существенное влияние на ПЗТ.

2. ПЗТ включает в себя топливо, расходуемое на земле, основной запас топлива (ОЗТ) - рейсовое топливо и аэронавигационный (АНЗ) запасы топлива, в том числе компенсационный (КЗТ), составляющий 3-5% от ОЗТ и резервный запасы топлива (РЗТ).

3. Приводится схема и обобщенная методика расчета ПЗТ. Значение ОЗТ определяется по таблицам или номограммам, приводимым в руководстве по лётной эксплуатации (РЛЭ) ВС. Значения КЗТ и РЗТ определяются по номограммам и таблицам с учетом протяженности маршрута, дальности до резервных аэродромов. Причём КЗТ, предназначенный для компенсации влияния ветра на ВС на всех этапах полета, определяется для каждого типа ВС отдельно и указывается в РЛЭ. Анализ влияния ветра проводится с использованием понятия эквивалентного ветра. Так, например, для МС-21 установлен 5% КЗТ, а для Ил-96-300 – 3% КЗТ.

4. Показано, что ошибка в определении дополнительной заправки топливом определяется ошибками результатов измерений и прогноза метеорологических параметров атмосферы – температуры, скорости и направления ветра на всех этапах полета ВС и представлены зависимости ошибки вычисления значений дополнительной заправки топливом, при различных значениях ошибок измерений и прогнозирования метеопараметров атмосферы на маршруте полета ВС. (При проведении расчетов было принято, что полет ВС проводится на высоте 10000 м с крейсерской скоростью 810 км/ч. Протяженность маршрута 1000 км, основной запас топлива (рейсовое топливо) 18000 кг, часовой расход топлива – 6700 кг/ч., температура воздуха по МСА на высоте полета составляет -50,6°С).

5. Представленные зависимости позволяют сделать следующие выводы:

- ошибка прогноза параметров ветра оказывает существенное влияние на расчет дополнительной заправки топливом, компенсирующим влияние ветра на маршруте полета. В

пределах допустимой [ФАП - 60 ] точности прогноза скорости ветра на маршруте полета  $\pm 20$  км/ч значение ошибки в заправке топливом изменяется в пределах примерно  $\pm 400$  кг при скорости ветра 60 км/ч и  $\pm 450$  кг при скорости ветра 80 км/ч. В пределах допустимой точности прогноза угла (направления) ветра  $\pm 20^\circ$  значение ошибки в заправке топливом изменяется в пределах примерно  $\pm 5000$  кг.

- ошибка в прогнозе температуры на высоте полета ВС не оказывает столь существенного влияния на величину ошибки в расчете дополнительной заправки топливом, учитывающем фактическую температуру. В пределах допустимой точности прогноза температуры  $\pm 2^\circ\text{C}$  значение ошибки в заправке топливом изменяется в пределах примерно  $\pm 250$  кг.

#### Литература

1. Федеральные авиационные правила «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации», приказ Минтранса РФ №128 от 31.07.2009 г.
2. Приказ Минтранса РФ от 17-07-2008 № 108 (ред от 23-06-2009) Об утверждении федеральных авиационных правил «Подготовка и выполнение полётов в гражданской авиации РФ» АП-108
- 3 Федеральные авиационные правила «Предоставления метеорологической информации для обеспечения полетов воздушных судов». Приказ Минтранса РФ от 03.03.2014 г. №60.
4. Приказ МГА СССР от 15.11.1974 N 227 "О нормах расхода топлива и масла на эксплуатацию самолетов и вертолетов гражданской авиации"
5. Метеоинфо.ру.
6. Таблицы стандартной атмосферы ГОСТ 4401-85, М. Госстандарт, 43с 7. Ермошенко Ю.М., Фридзон М.Б. Метрология сетевого радиозондирования атмосферы. Прикладная физика и математика. Наука о земле Справочник инженера 5/2015, Научтехлитиздат, с 49 – 57.
- 8 Марк Фридзон. Метрология радиозондирования атмосферы (Методология и достоверность результатов радиозондирования атмосферы). Изд. LAP LAMBERT Academic Publishing, Berlin, 2011, 288с.
9. <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

### **Influence of radiosonde observations' and prognostic atmosphere parameters' on the required fueling reliability in preparation of an aircraft for flight**

**Е.А. Bolelov<sup>1</sup>, Y.M. Ermoshenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia*

Abstract. Currently the calculation of the necessary charge during the preparation for civil aircraft flights are made for the standard atmosphere conditions, that is ignoring the influence of actual data about meteorological parameters of atmosphere at various stages of the flight. The paper presents the how remarkable are the differences of real and standard parameters of temperature and wind at the stages of flight, launch and landing on necessary charge. It is suggested to use the current available specific data about the atmosphere stratification with estimated reliability, obtained from national and global aerological network of atmospheric radiosounding, in calculating the necessary charge.

Key words. Calculation of aviation fuel, real atmosphere stratification, necessary charge.

## Турбулентный обмен в волновом слое атмосферы.

Булгаков К.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36.  
e-mail: bulgakov.kirill@gmail.com*

Описывается одномерная модель стратифицированного волнового пограничного слоя атмосферы (ВПС). Проведены расчеты с моделью при различных условиях. Анализируются полученные коэффициенты сопротивления, тепла и влаги обмена.

Ключевые слова: волновой пограничный слой, математическое моделирование.

Процессы обмена импульсом, теплом и влагой в волновом пограничном слое атмосферы оказывают значительное влияние на атмосферную и океанскую циркуляцию, а также на генерацию и распространение ветровых волн. Наибольшую важность для задач геофизической гидродинамики имеют потоки импульса, тепла и влаги на поверхности раздела. Эти характеристики являются граничными условиями для моделей циркуляции океана и определяющими параметрами стратификации для планетарного пограничного слоя атмосферы.

Исследование взаимодействия океана и атмосферы только лишь с помощью метода наблюдений имеет существенные ограничения, связанные со сложностями эксплуатации измерительных платформ в открытом океане. Установка в океане стационарных конструкций, позволяющих измерять метеорологические величины на нескольких уровнях до высоты 10 метров, затруднительна. Имеющиеся измерения метеозлементов над поверхностью моря требуют сложной обработки. Прямое использование теории приземного слоя над твердой поверхностью для случая волнового пограничного слоя атмосферы не вполне обосновано.

Применение математических моделей в этой области науки имеет вполне очевидное преимущество. Современные вычислительные технологии позволяют применять модели, которые описывают процессы с высокой степенью детализации и с минимальными упрощениями. По мнению автора статьи, точность воспроизведения процессов такими моделями вполне может быть сравнима с точностью результатов измерений этих процессов, особенно с учетом того, что данные результаты, как уже было сказано выше, подвергаются дополнительной сложной обработке. Математическая модель в данном контексте может быть представлена как некоторая лаборатория, которая позволяет воспроизводить различные сценарии, некоторые из которых могут происходить в природе крайне редко.

В [1] и [2] представлена одномерная модель ВПС без учета стратификации. По результатам расчетов была представлена зависимость коэффициента от скорости ветра. В данной работе представлены результаты работы экспериментов с моделью ВПС с включенным в неё тепло - и влагообменом.

Была проведена серия экспериментов с различными комбинациями входных параметров модели: обратным возрастом волны, скоростью ветра на 10 метрах, и перепадом температур между поверхностью моря и высотой 10 метров. Каждый эксперимент проводился до выхода модели на стационарное решение, которое должно удовлетворять условиям баланса суммы потоков (волнового и турбулентного) для всех субстанций: импульса, тепла и влаги.

По результатам каждого эксперимента были рассчитаны коэффициенты сопротивления, тепло- и влагообмена на поверхности. Для набора входных данных каждого эксперимента были также рассчитаны турбулентные потоки с помощью широко используемой в настоящее время процедуры COARE3.0 [3]. Основной задачей данной работы является качественная оценка зависимости потоков на поверхности океана от вышеуказанных входных данных.

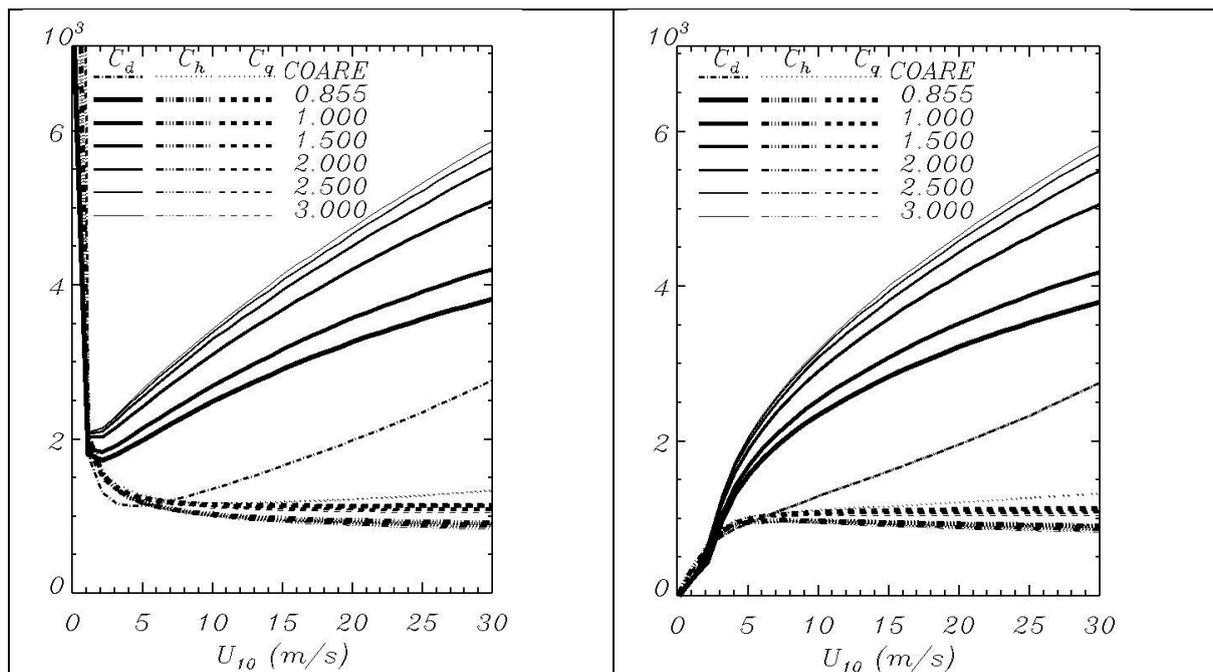


Рисунок 1– Зависимость коэффициентов обмена от скорости ветра при разных значениях возраста волны ( $\Omega_n$ ). Левая панель (неустойчивая стратификация), правая панель (устойчивая стратификация).

По рис.1 видно, что кривые коэффициентов тепло- и влагообмена ( $C_h$  и  $C_q$ ) для различных возрастов волн, рассчитаны по результатам модели, практически накладываются друг на друга.

Коэффициент сопротивления, рассчитанный моделью, существенно зависит от  $\Omega_n$ . Более 'молодые' волны имеют большее значение  $C_d$  чем развитое волнение. Данный эффект имеет очень простое физическое объяснение: волновой поток импульса уменьшается по мере развития волн, профиль скорости ветра при этом становится ближе к логарифмическому профилю. Стоит отметить, что  $C_d$  при  $\Omega_n = 3$ . принимает значения почти в 1.5 раза больше, чем при  $\Omega_n = 0.855$ .

Результаты исследований выполнены за счет средств РФФИ (проект №18-05-01122).

#### Литература

1. Чаликов Д.В., Булгаков К.Ю. Структура приводного слоя атмосферы // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2019. Т. 12. №2. С. 50–65
2. Chalikov D., Babanin A.V. Parameterization of wave boundary layer // *Atmosphere*. 2019. Vol 10. Is. 11.
3. Fairall C.W., Bradley E.F., Hare J.E., Grachev A.A., Edson J.B. Bulk parameterization of air-sea fluxes: updates and verification for COARE Algorithm // *Journal of Climate*. 2003. Vol. 16. P 571–591

#### Turbulent exchange in the surface layer above waves

**Bulgakov K.Yu.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> –Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Science, Nakhimovsky prospect  
 36,117977  
 e-mail: bulgakov.kirill@gmail.com

1D model of stratified wave boundary layer (WBL) is considered. Проведены расчеты с моделью при различных условиях. The set of experiment of simulating WBL under different condition was run. Coefficients of turbulent exchange derived from experiment results are analyzed.

Key words: wave boundary layer, mathematical modeling

## Сравнение результатов аэрологических измерений системой ПОЛЮС и сетевыми радиолокационными станциями

Быков Ф.Л.<sup>1,2</sup>, Гордин В.А.<sup>1,2</sup>, Ермошенко Ю.М.<sup>3</sup>, Фридзон М.Б.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – Гидрометцентр России, г. Москва, Россия, [hmc@tescom.ru](mailto:hmc@tescom.ru)

<sup>2</sup> – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

<sup>3</sup> – Московский государственный технический университет гражданской авиации, г. Москва, Россия

Аннотация. Оценивается точность аэрологического зондирования геопотенциала, температуры, влажности и ветра в тропосфере и нижней стратосфере новой системой ПОЛЮС. В качестве эталона использовались поля объективного анализа NCEP (США). Также проанализированы совместные выпуски зондов сравниваемых систем на общей подвеске. Сравнение с традиционными аэрологическими системами измерения показали ряд преимуществ и недостатков новой системы. Для ввода новой системы в обращение необходимо в соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» проведение испытаний с целью утверждения типа средства измерений.

Ключевые слова: Аэрологическое зондирование, достоверность измерений, сетевые АЭ, навигационная система ПОЛЮС

1. Регулярные измерения метеорологических элементов в атмосфере Земли радиозондами традиционно составляют информационную основу оперативных прогнозов погоды. В последнее время на аэрологической сети РФ начали работать в оперативном режиме 6 радионавигационных спутниковых систем радиозондирования ПОЛЮС. Системы ПОЛЮС отличаются от традиционных радиолокационных систем (РЛС-систем) принципиально иным способом определения координат радиозонда в полёте и другим датчиком температуры в цифровом радиозонде этой системы – МРЗ-Н1. Координаты радиозонда определяются с помощью специального навигационного модуля - микросхемы, в которую зашита программа обработки спутниковых навигационных сигналов. В качестве датчика температуры в радиозонде МРЗ-Н1 вместо традиционных терморезисторов типа ММТ-1 или NTC применяется микроминиатюрный бусиновый терморезистор с существенно иными теплофизическими свойствами.

2. Эталонных технических средств проверки систем зондирования, работающих в оперативном режиме, не существует. Однако, можно проводить сравнения результатов наблюдений с другими данными о состоянии атмосферы. Мы провели сравнение с полями объективного анализа (ОА) на момент измерений. Используемый ОА проводится в NCEP - National Centers for Environmental Prediction (США) и передается в Гидрометцентр РФ по сети международного обмена в широтно-долготной сетке, использующей по горизонтали шаги  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ .

3. В NCEP, используют многочисленные метеорологические данные, в первую очередь, спутниковые. Для усвоения оперативной информации, помимо наблюдений, используется прогностическая модель. Производится 4D-усвоение метеорологических измерений. Поэтому, хотя эти поля ОА и нельзя считать полностью независимыми от проверяемых наблюдений, эта зависимость минимальна. Отклонение результатов измерений от полей ОА связано с качеством этих измерений, но построенные в США поля ОА никак не учитывают тип системы наблюдений на конкретной станции в России.

Во всех случаях при построении профилей метеоэлементов мы использовали кубическую сплайн-интерполяцию в  $\ln(p)$ -системе координат. из регулярной сетки на точку станции (сносом зонда при подъеме мы пренебрегали). Результат этой интерполяции считался эталоном, несмотря на понимание, что полной адекватности состоянию атмосферы в данной точке пространства – времени по целому ряду очевидных причин у этих чисел нет.

Помимо этого, основного сравнения двух систем радиозондирования атмосферы, мы также проанализировали результаты измерений, полученные Центральным УГМС (Н.А.Терешонок) при

совместных, так называемых «спаренных» выпусках зондов двух систем, когда оба зонда поднимаются на одной и той же оболочке.

4. Для каждой из шести станций ПОЛЮС мы выбрали несколько ближайших АЭ и вычисляли средние величины результатов измерений метеозаписей по выбранной группе станций, расположение, географические координаты и синоптические индексы которых приводятся.

5. Представлены средние абсолютные отклонения от поля ОА для дневных и ночных условий измерений геопотенциала, температуры, влажности, направления и скорости ветра до максимальных высот подъёма радиозондов для станций ПОЛЮС и нескольких окружающих их АЭ (сентябрь - ноябрь 2018).

6. Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы.

Осредненные по станциям обеих типов ошибки измерения *геопотенциала* увеличиваются с высотой, причём осредненные ошибки станций ПОЛЮС меньше сетевых станций от 1 гпм на уровне земли до 10 гпм на уровне основных трасс полёта ГА и до 20 гпм на высоте 10 гПа. Сезонной зависимости (от сентября к ноябрю) в величинах абсолютных отклонений в ночных условиях у всех станций практически нет – расхождения в худшем случае не превышают 10 гпм. при СКО за эти три месяца также 10 – 15 гпм. В дневных условиях, как величины абсолютных погрешностей, так и СКО у сетевых станций больше ночных, причём, как абсолютные отклонения от ОА, так и СКО сетевых станций практически совпадают с данными станций ПОЛЮС.

Сопоставление расхождений на сравнительно близко расположенных друг от друга станциях ПОЛЮС (Бор) и ПОЛЮС (Барабинск) и сравниваемых с одной и той же группой АЭ, позволяет предположить о существенно различном качестве изготовления станций ПОЛЮС.

При спаренных выпусках радиозондов высота полёта, измеренная, системой ПОЛЮС, отличается от сетевых систем зондирования на величину от 1240 м до минус 140 м. Объяснений по этому поводу экспериментаторами не представлено..

Абсолютная погрешность измерения *температуры* обеими системами практически одинакова, незначительно растёт с высотой и только на уровне 10 гПа достигает у АЭ 1.6 °С как днём, так и ночью, и (1.9 -1.2) °С у станций ПОЛЮС. Расхождения при спаренных выпусках по температуре в слое от уровня земли до высоты 20 км составляют  $\pm(0,5 - 1,0)$  °С, а выше 20 км в ряде точек достигают  $\pm 1,5$  °С и даже 2 °С.

Величины абсолютных отклонений от ОА (1,3-2,4)°С результатов измерений *влажности (температуры точки росы)* системами ПОЛЮС и АЭ до уровня 200 гПа практически совпадают. СКО у станций ПОЛЮС (от 1,5 до 3°С) несколько меньше чем у сетевых станций на всех высотах. На уровне 100 гПа и выше абсолютные погрешности по влажности системы ПОЛЮС примерно в 1,5 раза больше, чем у сетевых АЭ. Поскольку датчики влажности у обеих испытываемых систем одинаковы, то расхождения могут быть вызваны только различием в высоте или в системе обработки данных.

Суточный ход в величинах и СКО абсолютной погрешности измерений влажности обеими системами практически отсутствует на всех высотах.

Расхождения измерений *относительной влажности* по результатам спаренных выпусков в нижней тропосфере (максимум до 5 км) составляют от -20% до 6%, а выше, измерения этих двух систем друг другу решительно не соответствуют.

Абсолютные погрешности и СКО результатов измерения *направления ветра* у сетевых АЭ и у ст. ПОЛЮС примерно равны (в пределах 1–2 град) на всех высотах и составляют от 1,5 - 2 град на уровне земли до 6 - 8 град на высоте 20 гПа. Таким образом, ошибки обеих типов станций вполне приемлемы и практически одинаковы несмотря на то, что сравниваемые системы зондирования используют принципиально различные методы измерений.

Средняя по высоте невязка между результатами прямых измерений направления ветра при экспериментальных спаренных выпусках радиозондов системы ПОЛЮС и сетевой АЭ (г. Смоленск «МАРЛ-И2012») 25.01 2017 в 12-0, и 26.01.2017 в 00 ВСВ не превышает 5 градусов, однако, расхождения в районе тропопаузы ожидаемо растут и составляют от минус 40 до плюс 25 град,

Абсолютные погрешности измерений *скорости ветра* возрастают с высотой от 1,2 м/с на уровне земли у обеих систем до 1,9 м/с у АЭ и 2,5 у ПОЛЮСА на уровне 10 гПа при примерно равным СКО.

Результаты измерений скорости ветра при экспериментальных спаренных выпусках радиозондов системой ПОЛЮС и сетевой АЭ (г Смоленск «МАРЛ-И2012») 25.01.2017 в 12-0, и 26.01.2017 в 00 ВСВ показали, что погрешности системы ПОЛЮС и окружающих сетевых АЭ примерно одинаковы до уровня 100 гПа. Выше станции ПОЛЮС начинают уступать, что предположительно связано с худшим качеством функционирования конкретной станции Полюс (ст. Барабинск)

**7. Заключение** Точность системы навигационного радиозондирования атмосферы ПОЛЮС заметно варьирует от станции к станции. Система обладает рядом преимуществ по сравнению с ныне действующей, хотя в ряде случаев наблюдается и обратная ситуация. При этом, прежде чем массово внедрять станции ПОЛЮС на аэрологическую сеть России, необходимо (во исполнение требований Федерального закона № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений») провести испытания «с целью утверждения типа СИ», по методике, согласованной с Росстандартом.

#### Литература

1. Шефтель И.Т. Терморезисторы. – М., «Наука», 1973, 415с.
2. Отчёт Центрального УГМС (Приказ ФБГУ «Центральное УГМС» от 24.05.2018 №105 «О проведении сравнительных аэрологических наблюдений на территории Республики Беларусь»).
3. Гордин В.А. Математические задачи гидродинамического прогноза погоды. Вычислительные аспекты. Л. Гидрометеиздат, 1987.
4. Гордин В.А. Математика, компьютер, прогноз погоды и другие сценарии математической физики. М., Физматлит, 2010, 2013.
5. Зайчиков П.Ф. Метод «тройного контроля» и его применение для исследования точности радиозондов. /Труды ЦАО, вып.16. –М., 1956, с.10-15.
6. Фридзон Марк. Метрология радиозондирования атмосферы (Методология и достоверность результатов радиозондирования атмосферы). Изд. LAP (LAMBERT Academic Publishing), Berlin, Монография, 2011, 288 с.
7. Федеральный закон от 26 июня 2008г № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
8. Ермошенко Ю.М., Фридзон М.Б. К методике метрологической аттестации системы сетевого аэрологического радиозондирования атмосферы. Научный вестник МГТУ ГА, № 222(12), М. 2015г, с 133 - 137

### **Comparison of aerological measurement results by POLYUS system and network position-radar stations**

**E.A. Bolelov<sup>1</sup>, Y.M. Ermoshenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Hydrometcenter of Russia, Moscow, Russia, hmc@mecom.ru

<sup>2</sup> – National research university “Higher school of Economics”, Moscow, Russia

<sup>3</sup> – Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia

**Abstract.** This paper presents estimation of new POLYUS system towards the accuracy of aerological sounding of geopotential, temperature, humidity and wind in the troposphere and stratosphere. The fields of objective analysis of NCEP (USA) were used as a reference standard. Furthermore, the paper presents the analysis of radiosondes joint release on a common suspension. Comparison of POLYUS system with traditional aerological systems showed a number of advantages and disadvantages. In accordance with the Federal act №102 «On ensuring the uniformity of measurements», it is necessary to conduct test activities aimed at approving instrumentation type for the purposes of POLYUS system initiation.

**Key words:** aerological sounding, measurement accuracy, network aerological stations (AS), POLYUS navigation system

## Синоптические процессы и явления погоды, влияющие на деятельность транспорта в Республике Башкортостан

Волобуева О.В.<sup>1</sup>, Горохольская В.З.<sup>2</sup>, Гоптунова О.Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, *ovvolobueva@rshu.ru*

<sup>2</sup> – Башкирское УГМС, Уфа, Россия, *bashmeteo@rambler.ru*

<sup>3</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, *olgakolp@yandex.ru*

Аннотация. В работе проведен анализ особенностей атмосферных процессов, явлений погоды и специфики функционирования наземного транспорта в Республике Башкортостан.

Ключевые слова: Транспорт, метеорологическое обеспечение, неблагоприятные явления погоды, прогноз.

Сложные погодные условия существенно влияют на работу транспортной отрасли, в связи с чем повышение качества гидрометеорологического обеспечения наземных перевозок повышает степень их безопасности и приводит к снижению экономического ущерба в данной отрасли [1, 3].

На региональном уровне такое повышение качества требует исследования особенностей развития атмосферной циркуляции и опасных явлений погоды, а также изучения особенностей функционирования транспортных систем.

Региональные особенности синоптических процессов, приводящие к экстремальной погоде, позволяют уточнять локальные прогнозы неблагоприятных и опасных явлений погоды. Неровности рельефа республики, особенно горные районы, также влияют на мезомасштабные изменения синоптических условий и формируют локальные условия погоды.

Выявление типичных синоптических процессов, при которых возникают неблагоприятные и опасные явления погоды, влияющие на деятельность транспортной отрасли республики, способствует повышению качества прогнозов этих явлений, тем самым снижая зависимость отрасли от погодных условий [2, 4].

### Литература

1. Волобуева О.В., Горохольская В.З. Особенности специализированного гидрометеорологического обслуживания транспортных отраслей и экономическая полезность использования прогнозов заморозков в сельскохозяйственном производстве Республики Башкортостан. Метеоспектр. 2006. № 2. С. 86-92.

2. Горохольская В.З., Волобуева О. В. Сильные ветры и метели на территории Республики Башкортостан. Метеорология и гидрология. 2006. № 7. С. 49-55.

3. Волобуева О.В., Горохольская В.З. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение некоторых отраслей экономики Республики Башкортостан и пути повышения его качества. Метеоспектр. 2006. № 3. С. 82-87.

4. Ильин В.Г., Волобуева О.В., Горохольская В.З. Опасные для отраслей экономики Республики Башкортостан явления погоды, обусловленные южными циклонами. Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации». 2019. С. 88-89.

## **Synoptic processes and weather phenomena affecting the activity of transport in the Republic of Bashkortostan**

**Volobueva O.V.<sup>1</sup> Gorokholskaya V.Z.<sup>2</sup>, Toptunova O.N.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>– *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, ovvolobueva@rshu.ru*

<sup>2</sup>– *Bashkir UGMS, Ufa, Russia, bashmeteo@rambler.ru*

<sup>3</sup>– *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, olgakolp@yandex.ru*

**Abstract:** The paper analyzes the features of atmospheric processes, weather phenomena and the specifics of the functioning of land transport in the Republic of Bashkortostan.

**Keywords:** Transport, meteorological support, adverse weather phenomena, forecast.

**Микроклиматические исследования: современные возможности и проблемы****Воропай Н.Н.<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup> – ИГ СО РАН, Иркутск, Россия, voropay\_nn@mail.ru<sup>2</sup> – ИМКЭС СО РАН, Томск, Россия

Аннотация. В горно-котловинных ландшафтах Байкальского региона с 2007 г. в автоматическом режиме проводятся микроклиматические наблюдения. Получены оценки температурно-влажностного режима воздуха и почв на 72 площадках, расположенных в диапазоне высот 450-2300 м над ур.м.

Ключевые слова: микроклимат, мониторинг, Байкальский регион

В период современных климатических изменений, участившихся экстремальных гидроклиматических явлений (наводнения, засухи, сели, пожары и т.д.) особую актуальность приобретают работы, связанные с мониторингом и прогнозом этих явлений. В связи с разреженностью и нерегулярностью расположения метеостанций и гидропостов на территории Сибири и практически полным их отсутствием в горных районах, микроклиматические исследования с использованием автоматического оборудования представляются весьма актуальными.

Мониторинг – непрерывный процесс наблюдения и регистрации параметров объекта, в сравнении с заданными критериями. В последние десятилетия актуальными являются вопросы, связанные с изменениями климатических характеристик. Причем, под влиянием комплекса внешних факторов изменения могут происходить с разной периодичностью, скоростью, интенсивностью. Вся ценность получаемой при многолетних наблюдениях информации заключается в непрерывности мониторинга. Исходная информация для анализа климатических изменений получается на метеорологических станциях, сеть которых крайне разрежена и не регулярна на территории Сибири. Имеющиеся метеорологические станции расположены в основном в долинах рек и получаемая на них информация не отражает ситуацию, наблюдающуюся в горных районах. Сотрудниками Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН в рамках комплексных географических исследований в 2007 г. организованы мониторинговые наблюдения за природно-климатическими характеристиками ландшафтов в котловинах Байкальского типа (Тункинская, Мондинская, Байкальская). На настоящий момент существует уникальная база данных о природных и климатических характеристиках Юго-Западного Прибайкалья и Приольхонья. На территории котловин круглогодично в автоматическом режиме проводятся наблюдения за температурой и влажностью воздуха, температурой и влажностью почвы на глубинах (от подстилающей поверхности до 10 м, периодичность измерения 1 час). В настоящее время мониторинг природно-климатических характеристик осуществляется на 72 модельных площадках, расположенных как в днище котловин, так и на склонах гор, их обрамляющих (диапазон высот 700-2300 м над ур.м. в Тункинской и Мондинской котловинах, 450-1650 м над ур.м. в Приольхонье).

Основной инструмент в исследованиях – Атмосферно-почвенный измерительный комплекс (АПИК, производство ИМКЭС СО РАН). Сравнение показаний АПИК со стандартными приборами, используемыми на сети метеостанций Росгидромета, показало корректность его использования [3].

Влияние ландшафтных характеристик, в первую очередь высотной поясности, на температурно-влажностный режим проявляется в средних месячных и средних годовых значениях метеорологических величин, при этом контраст температур составляет не более 6-7 °С. Наибольшие различия в нижней части склона [1, 5]. Степные ландшафты и сосновые леса, расположенные в днище котловин, характеризуются относительно низкими температурами в холодный период года и высокими в теплый, в пределах горнотаежных и гольцовых ландшафтах обратная картина [6, 7].

Расчеты вертикального градиента температуры воздуха на склонах котловин показали наличие температурных инверсий – уникального по мощности явления на территории Восточной Сибири. Они наблюдаются практически круглогодично на склонах хребтов. Максимальная продолжительность (до 12 дней), повторяемость (до 97%), вертикальный градиент (до –11,7 °С / 100

м), высота инверсионного слоя (до 1100 м) характерны для холодного времени года. Инверсии фиксируются и в теплую половину года, но со значительно более низкими градиентами.

Особого внимания заслуживает мониторинг температуры и влажности почв, организованный на естественных и антропогенно нарушенных участках, на которые в разное время оказывалось антропогенное воздействие: нарушение естественного почвенного покрова, вырубка, частичное или полное уничтожение лесных массивов пожарами, создание осушительных каналов [4]. В результате исследования получено, что почва на антропогенно нарушенных минеральных участках лучше прогревается и быстрее остывает, чем на естественных участках. Глубина проникновения изотермы +10°C в среднем больше на 50 см на антропогенно нарушенных участках. В холодный период отсутствует четкая взаимосвязь между глубиной промерзания и наличием лесного покрова. Однако более низкие температуры наблюдаются в основном на антропогенно нарушенных участках. На органических почвах глубина промерзания и величина отрицательных температур напрямую связаны с уровнем болотных вод. Полученные данные измерения позволяют проводить верификацию результатов климатического моделирования и дистанционного зондирования (космоснимки). Наилучшая сходимость рядов отмечается на открытых умеренно-увлажненных участках [2].

Данные микроклиматических наблюдений позволяют детально изучить температурно-влажностный режим ландшафтов с учетом высотной поясности, экспозиции и крутизны склонов в течение года. Полученные уникальные данные наблюдений позволят уточнить климатическое описание территории исследования, опирающееся в настоящее время в основном на данных метеорологических станций, сеть которых не охватывает горные районы.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 20-04-00142).*

#### Литература

1. Bilichenko I.N., Voropay N.N. Landscape and Climate Studies of Mountain Areas of the Baikal Natural Territory // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 211 (2018) 012046 doi:10.1088/1755-1315/211/1/012046
2. Borodina I.A., Kizhner L.I., Voropay N.N., Bogoslovskiy N.N., Erin S.I Evaluation of satellite data on soil moisture in the south-west region of the Baikal // SPIE Journal – 2016. Proceedings Volume 10035, 22nd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics; 100356I (2016)
3. Kiselev M.V., Voropay N.N., Dyukarev E.A., Kurakov S.A., Kurakova P.S., Makeev E.A. Automatic meteorological measuring systems for microclimate monitoring // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 190 (2018) 012031 doi :10.1088/1755-1315/190/1/012031
4. Kiselev M.V., Voropay N.N., Cherkashina A.A. Influence of anthropogenic activities on the temperature regime of soils of the South-Western Baikal region// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 381 (2019) 012043 doi:10.1088/1755-1315/381/1/012043
5. Василенко О.В., Воропай Н.Н. Особенности формирования климата котловин Юго-Западного Прибайкалья // Известия РАН. Серия географическая, 2015, № 2 – С.98-104.
6. Василенко О.В., Истомина Е.А., Воропай Н.Н. Картографирование поля температуры воздуха Тункинской котловины на ландшафтной основе // География и природные ресурсы. – 2017. – №2. – С. 182-189.
7. Воропай Н.Н., Истомина Е.А., Василенко О.В. Исследования температурного поля Тункинской котловины с использованием космических снимков Landsat // Оптика атмосферы и океана. Том 24. – 2011, № 01. – С.67-73.

### **Microclimatic research: current opportunities and problems**

**Voropay N.N.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> – *IG SB RAS, Irkutsk, Russia, voropay\_nn@mail.ru*

<sup>2</sup> – *IMCES SB RAS, Tomsk, Russia*

Abstract. Since 2007, in the mountain-depression landscapes of the Baikal region, microclimatic observations have been performed automatically. Estimates are obtained of the temperature and humidity conditions of air and soils at 72 sites located in the altitude range of 450-2300 m above sea level.

Key words: microclimate, monitoring, Baikal region

## Обнаружение сдвигов ветра в секторах взлёта и посадки воздушных судов

Галаева К.И.<sup>1</sup>, Болелов Э.А.<sup>1</sup>, Фридзон М.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Московский государственный технический университет гражданской авиации, г. Москва, Россия, ks.galaeva@mail.ru*

Аннотация. Показаны характерные особенности метеорадиолокационного комплекса ближней зоны аэродрома. Приведены особенности и примеры получения алгоритмов сдвигов ветра и турбулентности в метеорадиолокационном комплексе, отвечающие современным требованиям.

Ключевые слова: метеорологический радиолокатор, ближняя зона аэродрома, опасные явления погоды, секторный и круговой обзоры пространства, горизонтальный и вертикальный сдвиги ветра, удельная скорость диссипации турбулентной энергии

Статистические данные ИКАО свидетельствуют о том, что за последние 25 лет около 20 % авиационных происшествий были связаны с неблагоприятными метеоусловиями. При этом в 30% случаях они явились косвенными или сопутствующими причинами таких происшествий. Кроме того, количество авиационных происшествий при посадке в 2-3 раза больше по сравнению с их количеством на других этапах полёта [1]. Наиболее опасными из неблагоприятных метеоусловий являются: горизонтальный и вертикальный сдвиг ветра в приземном слое и зоны вихревой турбулентности [2]. Одной из основных предпосылок к аварийным ситуациям являются низкие информационные возможности отечественных аэродромных систем анализа метеорологической обстановки, в особенности при обнаружении и классификации вихревой турбулентности и опасных сдвигов ветра.

В данной ситуации первоочередной задачей, направленной на повышение безопасности полётов вблизи аэродрома, выполнения взлёта и посадки, является создание высокоинформативной автономной системы метеонавигационного обеспечения ближней аэродромной зоны.

К такой системам можно отнести, прежде всего, метеорологический радиолокационный комплекс (МРЛК) «Монокль-БЗ», который предназначен для сбора, обработки и оперативного предоставления информации о полях облачности, осадков и связанных с ними опасных метеорологических явлениях, интенсивности осадков, параметрах ветра и турбулентном состоянии атмосферы, а также для создания радиолокационного метеорологического поля в ближней зоне аэродрома (в местах непосредственного базирования авиации), где нет возможности установки стационарного крупногабаритного метеорологического радиолокатора типа ДМРЛ-С, ДМРЛ-З или такая установка нецелесообразна.

МРЛК «Монокль-БЗ» обеспечивает метеорологической информацией метеорологические службы и подразделения аэродромов государственной авиации, а также других потребителей радиолокационной метеорологической информации.

МРЛК «Монокль-БЗ» решает следующие задачи:

1. обнаружение и классификация метеорологических явлений (до 150 км) при круговом и секторном обзорах пространства;
2. оценка координат и размеров обнаруженных метеообъектов и явлений;
3. обнаружение зон опасной турбулентности (до 50 км), горизонтального и вертикального сдвигов ветра (до 50 км) с приоритетом в секторах взлета и посадки воздушных судов;
4. оценка направления и скорости перемещения обнаруженных метеообъектов;
5. автоматизированная интерпретация, представление полученной информации, ее статистическая обработка и хранение.

В МРЛК внедрены два режима работы: круговой и секторный (растровый). При круговом режиме работы производится сканирование по заданной оператором программе. При секторном обзоре производится сканирование пространства в выбранном оператором секторе, при этом антенна перемещается от левой границы раstra (сектора) к правой границе и обратно,

переключение положения антенны по углу места происходит на границе раstra. Особый интерес для задач обнаружения сдвига ветра и турбулентности на этапах взлёта и посадки воздушных судов представляет режим «Сектор». Круговой обзор используется в качестве дежурного для обнаружения метеорологических явлений в 100-км радиусе относительно места размещения МРЛК. В настоящее время в МРЛК «Монокль-БЗ» внедрены помимо стандартного набора метеопродуктов, соответствующего требованиям [3-5], алгоритмы сдвигов ветра и турбулентности с количественными градациями, удовлетворяющие требованиям [6,7].

Входными данными для получения сдвигов ветра и турбулентности являются следующие два радиолокационных продукта в конических сечениях: радиальная скорость и ширина спектра радиальных скоростей.

Таким образом, в МРЛК внедрены режимы работы «Круговой обзор» и «Секторный обзор», благодаря последнему режиму работы можно определить горизонтальные и вертикальные сдвиги ветра, удельную скорость диссипации турбулентной энергии в секторах взлёта и посадки воздушных судов. Параметры определения сдвигов ветра и турбулентности в МРЛК соответствуют требованиям ИКАО.

### Литература

1. Расследование авиационных происшествий и инцидентов, связанных с метеорологическими факторами. Методическое пособие, 3-е изд. Утверждено приказом Росгидромета 06.07.2009 г. № 170. М.: Росгидромет, 2009. 110 с.
2. Майоров А.В., Москатов Г.Н., Шибанов Г.П. Безопасность функционирования автоматизированных объектов. М.: Машиностроение, 1988. 264 с.
3. Авиационные правила. Часть 170. Сертификация оборудования аэродромов и воздушных трасс (АП-170). Том II. Сертификационные требования к оборудованию аэродромов и воздушных трасс. Изд. 3. 2013 – 217 с.
4. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации России НМО-ГА 95: наставление Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Министерства транспорта России, 1995 – 169 с.
5. О внедрении на радиолокационной сети Росгидромета «Основных технических требований к системе обнаружения опасных атмосферных явлений и штормового оповещения на базе метеорологических радиолокаторов»: приказ Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды от 21 июня 2004 г. №95, 2004 – 14 с.
6. Метеорологическое обеспечение международной аэронавигации. Прил.3 к Конвенции о международной гражданской авиации. Международная организация гражданской авиации, 2013 – 222 с.
7. Руководство по авиационной метеорологии. Изд.10. Международная организация гражданской авиации, 2015 – 196 с.

## Wind shear detection in aircraft take-off and landing sectors

**К. И. Galaeva<sup>1</sup>, Е.А. Bolelov<sup>1</sup>, М.В. Fridzon<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia, ks.galaeva@mail.ru*

Abstract. The paper presents characteristic features of the near-airfield meteorological radar surveillance complex. The paper presents features and obtaining examples of the wind shear and turbulence algorithms in the weather radar that correspond to modern requirements.

Key words: weather radar, near-airfield, dangerous weather phenomena, circular and sectoral modes of operation, horizontal and vertical wind shears, specific velocity of turbulent energy dissipation.

## Изменение гидротермических условий на территории Республики Башкортостан в период 1966-2015 гг.

Галимова Р.Г.

*ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, Уфа, Россия, galim-rita@yandex.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются изменения гидротермических условий на территории Республики Башкортостан с использованием коэффициента увлажнения Г.Н. Высоцкого и Н.Н. Иванова, гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова, индекса атмосферного увлажнения Д.А. Педя. Анализ проводился по данным 30 метеостанций республики в период 1966-2015 гг.

Ключевые слова: гидротермические условия, Башкортостан, тренд-анализ.

Глобальные изменения климата влияют на климатические условия регионов. Климатические изменения непосредственно затрагивают условия тепло- и влагообеспеченности территорий.

Республики Башкортостан (РБ) является сложным в природно-климатическом отношении регионом, поскольку находится на стыке Русской равнины и Уральских гор. В республике выделяют Предуралье, Южный Урал и Зауралье, в которых гидротермические условия существенно различаются.

Условия увлажнения по коэффициенту увлажнения (КУ) в РБ изменяются от «сухих» (КУ = 0,46, юг Зауралья) до «очень влажных» (КУ = 1,62, Уфимское плато на севере Предуралья). На территории Башкирского Предуралья величина КУ уменьшается с севера на юг: от 1,13-1,32 до 0,71-1,00. Заметно повышение КУ в предгорной и горной областях РБ: на западных склонах КУ составляет 1,18-1,55, в горной части – 1,22-1,59, на восточной стороне Урала – 1,06. В «подветренном» Зауралье отмечается аналогичная закономерность – уменьшение КУ в южном направлении (от 0,89 до 0,54-0,46). Среднее значение КУ на территории Башкортостана равно единице, что относит ее к полувлажным условиям.

Анализ многолетней динамики КУ показал, что коэффициент наклона линейного тренда (КНЛТ) этого показателя на большинстве станций отрицательный (за исключением 4 станций). Таким образом, в республике величина КУ уменьшается, т.е. условия смещаются в сторону большей засушливости. Причиной такого изменения выступает увеличение среднегодовых и среднемесячных температур воздуха. Осредненный в республике КНЛТ КУ составляет -0,011 ед./10 лет. Рассматривая многолетний ход КУ по станциям, можно отметить, что графики динамики этого показателя довольно синхронны на станциях, расположенных в разных частях республики. Это указывает на однородность изменений КУ в пределах всего региона. Кроме того, выявлено, что уменьшается повторяемость лет с полувлажными и влажными условиями и увеличивается – с полусухими и сухими. Самое значительное уменьшение КУ характерно для южной части Южного Урала и его западных предгорий. Основной причиной данного изменения является увеличение температур и уменьшение атмосферных осадков, особенно в теплый период. Наибольшее увеличение КУ выявлено в окраинных районах южного Предуралья и Зауралья, что объясняется увеличением атмосферных осадков в этих районах.

Территориальный анализ распределения ГТК показал, что его средние значения в республике различаются более чем в два раза. Наименьшее значение обнаружено на юге Зауралья и составляет 0,71, наибольшее – 1,66 в горной части, среднее значение в республике – 1,13. Величина ГТК уменьшается с севера на юг, в горной части происходит ее увеличение.

Рассмотрение данных табл. 1 показывает, что в исследуемый период 23 года (46%) относятся к условиям недостаточного увлажнения. Засушливые условия ( $ГТК \leq 0,75$ ) формировались всего 5 раз (10%). Самые низкие значения ГТК проявились в 2010 г. (0,40) и 1975 г. (0,48). Повторяемость лет с повышенной влагообеспеченностью ( $ГТК \geq 1,41$ ) составила 26% (13 лет). Большая часть лет с указанными условиями увлажнения обнаружена преимущественно в первую часть периода исследования. Самым переувлажненным стал 1994 г. ( $ГТК = 2,03$ ).

Анализ графиков многолетнего хода ГТК дает представление о временных изменениях этого

показателя, а также об условиях влагообеспеченности каждого года. Осредненный для РБ КНЛТ ГТК составляет 0,006 ед./10 лет. На 18 станциях, расположенных, прежде всего, в северной половине республики, выявлены положительные тренды этого показателя. Южные станции имеют в основном отрицательные КНЛТ ГТК.

Таблица 1 – Распределение числа лет с ГТК разной градации на территории РБ в период 1966-2015 гг.

| Градация ГТК                                     | > 2,00          | 2,00 –<br>1,51 | 1,50 –<br>1,41 | 1,40 –<br>1,11               | 1,10 –<br>0,76 | 0,75 –<br>0,61            | 0,60 –<br>0,41                   | 0,40 –<br>0,21                              | < 0,20  |
|--|-----------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|---------------------------|----------------------------------|---|---|
| Влагообеспеченность<br>(степень<br>засушливости) | Переувлажненная | Избыточная     | Повышенная     | Достаточная<br>(оптимальная) | Недостаточная  | Низкая<br>(слабая засуха) | Очень низкая<br>(средняя засуха) | Исключительно<br>низкая (сильная<br>засуха) | Катастрофически<br>низкая (очень<br>сильная засуха) |
| Количество лет                                   | 2               | 2              | 9              | 9                            | 23             | 1                         | 3                                | 1   | -   |
| Повторяемость, %                                 | 4               | 4              | 18             | 18                           | 46             | 2                         | 6                                | 2   | -   |

При оценке многолетних изменений индекса засушливости Педя выявлено, что данный показатель имеет тенденцию к росту. Обнаружено устойчивое увеличение годового индекса Педя в РБ, КНЛТ которого составляет 0,32 ед./10 лет (на 17 станциях тренды статистически значимые). В республике КНЛТ индекса Педя в среднем увеличивается в южном направлении. Наибольшее значение приходится на южные части Южного Урала (0,52-0,53 ед./10 лет) и Зауралья (0,48 ед./10 лет).

Внутригодовое распределение индекса Педя в разные годы существенно колеблется. Тем не менее, рассматривая динамику показателя в каждом месяце, обнаружено, что отрицательный КНЛТ выявлен только в апреле. Статистически значимые тренды обнаружены в марте (0,34 ед./10 лет), июне (0,29 ед./10 лет) и за год.

Обобщив результаты анализа по изменениям гидротермических показателей, можно заключить, что на территории республики Башкортостан установлено нарастание более засушливых условий, особенно в теплый период. Данная тенденция сильнее проявляется в южных районах республики. Кроме этого, засухи и засушливые условия также чаще и более интенсивно развиваются в тех же регионах.

### Литература

1. Галимова Р.Г., Переведенцев Ю.П., Яманаев Г.А. Агроклиматические ресурсы Республики Башкортостан // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2019. № 3. С. 29-39.
2. Зоидзе Е.К., Задорнова О.И., Хомякова Т.В. Опыт агроклиматического и оперативного мониторинга засушливых явлений в России по наземным данным // Труды ГГО им. А.И. Воейкова. 2012. N 565. С. 152-164.
3. Оганесян В.В. Климатические изменения периодов засух и избыточного увлажнения на территории России // Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. 2011. Т. XXIV. С. 307-316.
4. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / под ред. Кобышевой. – СПб.: Росгидромет, 2008. – 336 с.

## **Changes in hydrothermal conditions on the territory of the Republic of Bashkortostan in the period 1966-2015**

**Galimova R.G.**

*Bashkir State University, Ufa, Russia, galim-rita@yandex.ru*

Abstract. The article discusses changes in hydrothermal conditions in the Republic of Bashkortostan using the humidification coefficient G.N. Vysotsky and N.N. Ivanov, hydrothermal coefficient G.T. Selyaninova, atmospheric humidity index D.A. Pedy. The analysis was carried out at 30 weather stations of the republic in the period 1966-2015.

Key words: hydrothermal conditions, Bashkortostan, trend analysis.

## **Возможности использования метеорологической информации в здравоохранении**

**Головина Е.Г.<sup>1</sup>, Носков С.Н.<sup>2</sup>, Подгайский Э.В.<sup>1</sup>, Ступишина О.М.<sup>3</sup>, Тенилова О.В.<sup>1</sup>,  
Черемных А.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, goloveg@yandex.ru*

<sup>2</sup> – *Северо-Западный научно-исследовательский центр гигиены и общественного здоровья,  
Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup> – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Цель наших исследовательских работ - оценка космических и земных факторов, влияющих на здоровье человека. Получены первые результаты, позволяющие внести предложения в создание специализированного прогноза погоды для медицинских целей.

Ключевые слова: метеорологическая информация, космическая и земная погода, биометеорология, здоровье человека, здравоохранение.

Одним из вопросов прикладной метеорологии является биометеорология, изучающая влияние земной и космической погоды на биосферу: растения (агрометеорология), животных и человека.

На метеорологическом факультете Российского государственного гидрометеорологического университета для подготовки специалистов в области биометеорологии создана учебная лаборатория «Погода и человек». Цель исследовательских работ - оценка космических и земных факторов, влияющих на здоровье человека.

Для исследования создана специальная программа, позволяющая не только определить характеристики погоды, связанные с различными медицинскими показателями, но и определить временную изменчивость возможного воздействия окружающей природной среды на организм человека. В работе учитывается более 130 параметров космической и земной погоды. В их число входят не только сами параметры, но и их сезонная и суточная статистика.

Результаты наших исследований показали возможную связь факторов как космической, так и земной погоды с изменчивостью параметров здоровья человека. Однако, совершенно определенно, все рассматриваемые нами факторы влияют на организм человека не одновременно. Поэтому, появилась необходимость оценить связь различных факторов космической погоды с формированием метеорологического режима нижней атмосферы. Результаты позволят внести уточнения в методику прогноза погоды для медицинских целей.

Получены первые результаты, позволяющие внести предложения в создание специализированного прогноза погоды для медицинских целей. Прогноз погоды для медицинских целей позволяет вносить коррективы в организацию профилактических мероприятий для оздоровления населения, при организации туристского и курортного дела и при организации администрациями районов праздничных мероприятий.

Актуальность биометеорологических исследований позволила включить в международный проект ЕСОИМРАСТ тематику, связанную с возможностью использования метеорологической информации для охраны и поддержания здоровья населения. Проект ЕСОИМРАСТ разрабатывал персональную среду обучения – Personal Learning Environments (PLE) для оценки экономических и социальных последствий местной погоды, качества воздуха и климата, включающую специализированные учебные материалы, «умные» приборы для наблюдения за погодой и программное обеспечение для обучения, интегрированные в единую систему. Такой подход позволяет учиться в контакте с изучаемой физической средой и развивать компетенции, необходимые для сегодняшней современной жизни [1].

Для реализации проекта был разработан курс «Биометеорология, интернет вещей и бизнес», включающий образовательный контент по влиянию погоды на социальную и экономическую сферы, предназначенный для сотрудников погодозависимых бизнес-структур, предприятий и государственных органов.

### Литература

1. Подгайский Э.В., Скорик Я.В., Черемных А.В. Гидрометеорология и интернет вещей: настоящее и будущее. // Ученые записки Института социальных и гуманитарных знаний №1(15), 2017, С. 442-445.

### **The possibility of the meteorological information using in the health care practice**

**Golovina E.G<sup>1</sup>, Noskov S.N.<sup>2</sup>, Podgayskiy E.V.<sup>1</sup>, Stupishina O.M.<sup>3</sup>, Tenilova O.V.<sup>1</sup>,  
Cheremnykh A.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, goloveg@yandex.ru*

<sup>2</sup> – *North-West Research Center for Hygiene and Public Health, St. Petersburg, Russia*

<sup>3</sup> – *Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia*

Abstract. The main idea of our work is to find out the perspective points for the investigation of space and terrestrial factors which can impact the human health. The first results of our work may be used as the base for the forecast which is suitable for the medical purpose.

Keywords: meteorological information, space weather, terrestrial weather, biometeorology, human health, health care.

## Исследование погрешностей ротоанемометров, установленных на морских буйковых метеостанциях

Григоров Н. О.<sup>1</sup>, Никитина В. С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, г. Санкт-Петербург, Россия, grigorov46@mail.ru

<sup>2</sup> – РГГМУ, г. Санкт-Петербург, Россия, victoriaflint01@gmail.com

Аннотация. Приводится расчёт инерционных погрешностей ротоанемометров, установленных на морских буйковых метеостанциях. При большой скорости ветра инерционная погрешность пренебрежимо мала, а при малой скорости ветра её необходимо учитывать. Погрешность возрастает с увеличением высоты датчика. Результаты могут быть использованы при автоматической обработке данных измерений.

Ключевые слова: скорость ветра, ротоанемометры, погрешности, инерция, буйковые метеостанции.

Получение точных данных о значениях скорости ветра над поверхностью моря является важной задачей, поскольку от этого зависит безопасность передвижения морских судов, функционирование морских нефтяных платформ и т.д. Буйковые метеорологические станции являются автоматическими и устанавливаются в океане в труднодоступных местах; представляют собой один или несколько буюв с автоматическими метеодатчиками. Морской буй подвержен влиянию волнения моря, поэтому установленный на нём датчик скорости ветра (ротоанемометр) совершает колебания в направлении скорости ветра. Следовательно, средняя скорость ветра будет определяться с ошибкой, равной инерционной погрешности прибора. [1]

В данной статье приводится расчёт инерционных погрешностей ротоанемометров, установленных на морском бую при разных значениях скорости ветра, высоты датчика, частот и углов раскачки бую. Для проведения расчёта были взяты значения высот датчика над уровнем моря  $H_1 = 2,9$  м,  $H_2 = 3,5$  м. [2] Если  $H$  – высота, на которой располагается датчик,  $\alpha$  – угловая амплитуда колебаний датчика, а  $T$  – период колебаний, то скорость передвижения датчика относительно поверхности моря может быть определена по формуле:

$$V = \frac{2l}{T} = 2lf, \quad (1)$$

где  $l$  – длина дуги, на которую опирается угол  $\alpha$ ;  $f$  – частота колебаний (Гц).

Длина дуги определяется по формуле:

$$l = \alpha H, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – угол раскачки бую в радианах.

Для характерных значений величин  $f$ ,  $T$  и  $\alpha$ , рассчитывались скорости движения датчика при разных значениях  $\alpha$  и  $f$  для двух значений высоты датчика и по результатам были построены графики зависимости  $V(\alpha)$  для трёх крайних значений частот  $f_1=0,011$  Гц,  $f_2=0,5$  Гц,  $f_3=1,25$  Гц. Далее на основании полученных данных рассчитывались погрешности.

Для удобства расчётов в данной работе флуктуации ветра были приняты прямоугольными. Расчёты производились по формуле:

$$V = V_{уст} + (V_0 - V_{уст}) \cdot e^{-\frac{V_{уст} \cdot \tau}{L}} \quad (3)$$

$V_{уст}$  – это та скорость ветра, которую анемометр воспримет (истинная);  $V$  – текущие показания анемометра;  $V_0$  – начальная скорость ветра;  $L$  – путь синхронизации анемометра;  $\tau$  – время. Для упрощения процесса расчёта на языке программирования C Sharp (C#) была написана рассчитывающая программа. Результаты вычислений были структурированы в таблицу, фрагмент которой представлен ниже.

Таблица 1 – Результаты расчётов погрешностей ротоанемометров

| T, с   | $\alpha, ^\circ$ | Скорость движения датчика, м/с | Скорость ветра, м/с | Погрешность, м/с |
|--------|------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|
| 2      | 40°              | $\pm 2$ м/с                    | 5 м/с               | 1,45 м/с         |
|        |                  |                                | 10 м/с              | 0 м/с            |
|        |                  |                                | 20 м/с              | 0 м/с            |
|        | 60°              | $\pm 3$ м/с                    | 5 м/с               | 1,1 м/с          |
|        |                  |                                | 8 м/с               | 0,25 м/с         |
|        |                  |                                | 10 м/с              | 0,1 м/с          |
|        |                  |                                | 15 м/с              | 0 м/с            |
|        | 68               | $\pm 3,4$ м/с                  | 5 м/с               | 1,7 м/с          |
|        |                  |                                | 8 м/с               | 0,85 м/с         |
| 10 м/с |                  |                                | 0,15 м/с            |                  |
| 15 м/с |                  |                                | 0 м/с               |                  |
| 0,8    | 40°              | $\pm 5,06$ м/с                 | 6 м/с               | 4,03 м/с         |
|        |                  |                                | 10 м/с              | 1,5 м/с          |
|        |                  |                                | 15 м/с              | 0,65 м/с         |
|        |                  |                                | 20 м/с              | 0,33 м/с         |
|        | 60°              | $\pm 7,5$ м/с                  | 8 м/с               | 6,75 м/с         |
|        |                  |                                | 10 м/с              | 4,2 м/с          |
|        |                  |                                | 15 м/с              | 1,75 м/с         |
|        |                  |                                | 20 м/с              | 0,6 м/с          |
|        |                  |                                | 25 м/с              | 0,25 м/с         |
|        |                  |                                | 30 м/с              | 0 м/с            |

Анализ результатов показывает, что величина инерционной погрешности становится значительной при малых скоростях ветра. Это следует из того, что в этом случае скорость раскачки буя сопоставима со скоростью ветра, а иногда может превышать её. При большой скорости ветра влияние скорости раскачки снижается, и инерционная погрешность стремится к нулю.

Также можно сделать вывод о том, что при одинаковых условиях инерционная погрешность возрастает с увеличением высоты датчика. Это объясняется тем, что при увеличении высоты датчика увеличивается линейная скорость движения датчика. Учитывая это, можно порекомендовать уменьшать высоту датчика для получения более точных данных.

Результаты проделанной работы могут быть использованы для автоматической обработки результатов измерений. Известно, что океанографические буи оснащены датчиком частоты и угла раскачки. [3] Знание этих величин позволит применить разработанную методику при определении истинной средней скорости ветра, заложив её в программу обработки измерений.

#### Литература

1. Инерционные погрешности ротоанемометров. Григоров Н. О., Никитина В. С. Труды II Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития», имени Л. Н. Карлина. 19-20.12.2018 г. Санкт-Петербург, с. 204-205.
2. Оптико-физические средства исследования океана / Гульков В.Н., Зайцев В.А., Кропоткин М.А. и др. - Л.: Судостроение, 1984.- 264 с.
3. Ковчин И.С., Степанюк И.А. Методы специальных океанологических измерений. Санкт-Петербург, 2002 г. – 263 с.

## **Investigation of errors of windmill anemometers, placed at sea buoy meteorological stations**

**Grigorov N.O<sup>1</sup>, Nikitina V.S<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, grigorov46@mail.ru*

<sup>2</sup> – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia,  
victoriaflint01@gmail.com*

Abstract. Calculations of inertia errors of windmill anemometers, placed at buoy meteorological stations are given. If wind speed is high, inertia error is negligible, but if wind speed's low it must be given into attention. Inertia error rises if anemometer altitude rises. The results can be used in automatic calculations of measure results.

Key words: wind speed, windmill anemometers, errors, inertia, buoy meteorological stations.

**Вклад южного синоптического процесса 25-27 ноября 2019 г. в перенос водяного пара в тихоокеанский сектор Арктики****Гурвич И.А.<sup>1</sup>, Пичугин М.К.<sup>1</sup>, Хазанова Е.С.<sup>1</sup>, Хворостовский К.С.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>– Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН Владивосток, РФ  
*gurvich@poi.dvo.ru*<sup>2</sup>– Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт-Петербург, РФ

Аннотация. Рассмотрено влияние южного синоптического процесса на перенос водяного пара в тихоокеанский сектор Арктики и ледовые условия Чукотского моря на основе комплексного анализа мультисенсорных измерений и усовершенствованного реанализа высокого разрешения ERA5.

Ключевые слова: циклон, водяной пар, приводный ветер, мультисенсорные спутниковые измерения, реанализ.

На гидрометеорологические условия тихоокеанского сектора Арктики (ТСА) значительное влияние оказывают т.н. южные или «аномальные» синоптические процессы, которые являются продолжением процессов, развивающихся над дальневосточными морями (Зимич, 1998). «Южные» циклоны активно участвуют в переносе водяного пара в ТСА, т.к. обладают гораздо большими запасами тепла и влаги, чем арктические. Роль циклонической активности в переносе тепла и влаги в Арктику отмечена для северной части как Атлантического, так и Тихого океанов (Koyama et al., 2017; Villamil-Otero et al., 2018). Увеличение транспорта влаги, в свою очередь, приводит к изменениям теплового баланса системы океан-атмосфера, росту температуры воздуха, изменениям в процессах образования и таяния морского льда (Woods et al., 2013; Woods, Caballero, 2016; Villamil-Otero et al., 2018). Таким образом, сокращение площади ледяного покрова в большой степени обусловлено связанными со штормовым ветром разных направлений подвижками морского льда и теплыми влажными воздушными массами, которые выносят в ТСА тихоокеанские циклоны. В настоящей работе исследуется вклад южного циклона со штормовым ветром 25-27 ноября 2019 г. в суммарный месячный перенос водяного пара в ТСА и его влияние на ледовые условия Чукотского моря на основе мультисенсорных спутниковых измерений и усовершенствованного реанализа ERA5

Крайне редкая сеть стандартных гидрометеорологических наблюдений над морями создает дефицит ассимилируемых реанализами данных, что может отрицательно сказаться на полученных результатах. Совместное использование со спутниковыми измерениями позволяет минимизировать недооценку реанализами переноса водяного пара в ТСА охотоморскими и берингоморскими циклонами. В работе использовались ежечасные поля интегрального паросодержания атмосферы, составляющих скорости ветра и меридионального потока водяного пара, взятые из реанализа нового поколения ERA5 Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) в узлах регулярной сетки  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ . Облачность циклона визуализировалась по данным спектрорадиометра MODIS на спутниках Aqua и Terra в видимом и инфракрасном диапазонах длин волн. Поля интегрального паросодержания атмосферы и скорости приводного ветра для стадии максимального развития циклона были восстановлены из измерений микроволнового радиометра AMSR2 на спутнике GCOM-W1.

Циклон возник на волне холодного фронта в системе стационарирующего над Охотским морем старого циклона. Его траекторию определял блокирующий высотный гребень над зал. Аляска. По характеру формирования циклон относился к разряду взрывных, т.к. углублялся на 32 гПа за сутки. В 06 Гр. 26 ноября он находился над северо-западным побережьем Берингова моря в стадии максимального развития с давлением в центре 956 гПа, в 12 Гр. 27 ноября вышел на Чукотское море, далее перемещался на северо-восток и заполнялся. Вклад циклона в перенос водяного пара в ТСА за трое суток (25-27 ноября) составил 40-50% от суммарного переноса на ноябрь (рис. 1а). Максимум приходился на 26 ноября, когда паросодержание атмосферы над южной частью Чукотского моря возросло до значительной для этого региона в ноябре величины и составило 9-13 кг/м<sup>2</sup> (рис. 1б). Распределение водяного пара над Чукотским морем по данным ERA5 (не

представлены) и AMSR2 (рис. 1б) показало некоторую недооценку паросодержания атмосферы реанализом по сравнению со спутниковыми измерениями.

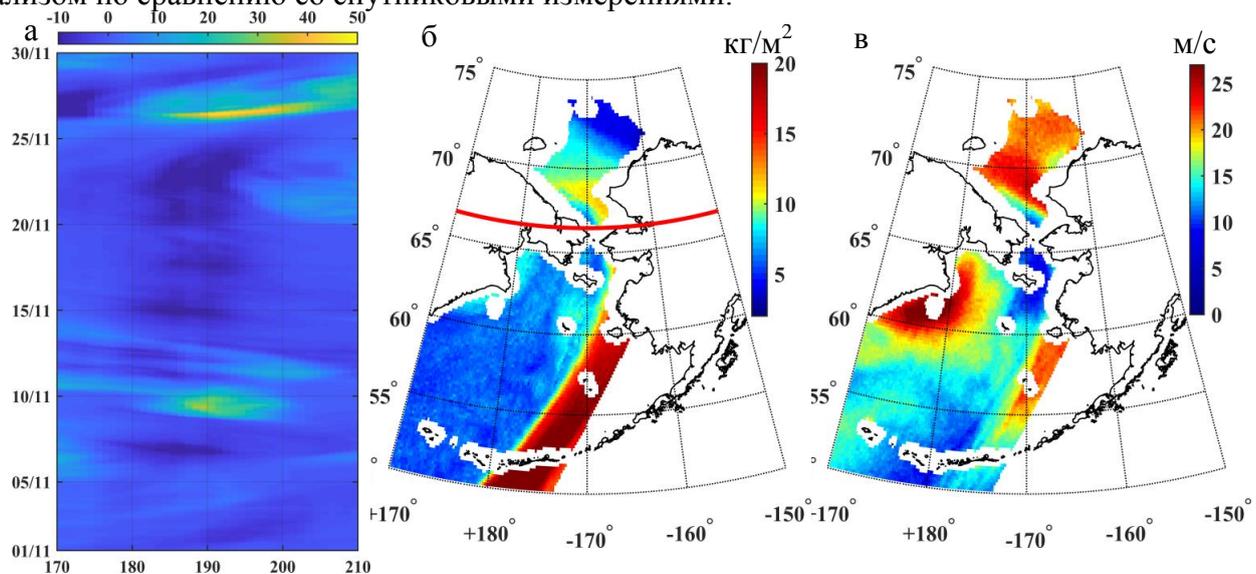


Рисунок 1 – Временное распределение суммарного меридионального потока водяного пара за ноябрь с почасовым шагом через 66.5°с.ш. (красная дуга на фрагменте (б)) по данным реанализа ERA5 (а); поля интегрального паросодержания атмосферы (б) и скорости приводного ветра (в) по данным микроволнового радиометра AMSR2 на спутнике GCOM-W1 в 14:30 Гр. 26 ноября 2019 г. Шкала на (а) в  $\text{Tg/ч}^{-1}\text{град.}^{-1}$

В этот же трехдневный период в Чукотском море наблюдалось резкое сокращение ледяного покрова на фоне усиления юго-восточного ветра по спутниковым данным до 25 м/с (рис. 1в). После 28 ноября, в связи с прекращением адвекции тепла и влаги в ТСА, льдообразование возобновилось.

#### Литература

1. Зимич П.И. Атмосферные процессы и погода Восточной Арктики: Владивосток: Дальнаука, 1998. 236 с.
2. Koyama T., Stroeve J., Cassano J., Crawford A. Sea ice loss and Arctic cyclone activity from 1979 to 2014 // *J. Climate*. 2017. Vol. 30, No. 12. P. 4735-4754.
3. Villamil-Otero G.A., Zhang J., He J., Zhang X. Role of Extratropical Cyclones in the Recently Observed Increase in Poleward Moisture Transport into the Arctic Ocean // *Advances in Atmospheric Sciences*. 2018. Vol. 35. P. 85–94.
4. Woods G., Caballero R., Svensson G. Large-scale circulation associated with moisture intrusions into the Arctic during winter // *Geophysical Research Letters*. 2013. Vol. 40. P. 4717–4721.
5. Woods G., Caballero R. The Role of Moist Intrusions in Winter Arctic Warming and Sea Ice Decline // *Journal of Climate*. 2016. Vol. 29, No. 6. P. 4473-4485.

### The southern synoptic process contribution into the water vapor transport to the Pacific Arctic

Gurvich I.A.<sup>1</sup>, Pichugin M.K.<sup>1</sup>, Khazanova E.S.<sup>1</sup>, Khvorostovsky K.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, 690041, Russia, [gurvich@poi.dvo.ru](mailto:gurvich@poi.dvo.ru),

<sup>2</sup> – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

Abstract. The influence of the southern synoptic process on the water vapor transport to the Pacific Arctic and the ice conditions of the Chukchi Sea based on a comprehensive analysis of multisensor measurements and advanced high-resolution reanalysis ERA5 are considered.

Key words: cyclones, water vapor, sea surface wind, multisensor satellite measurements, reanalysis.

## Акустический импульс на границе перехода ударной волны в акустическую при сверхзвуковом полете самолета

Дробжева Я.В.<sup>1</sup>, Зикункова Д.В.<sup>2</sup> ....

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: ydrobzheva@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: zikdasha2402@gmail.com*

Аннотация. На основе адекватной эксперименту модели распространения акустических волн в атмосфере впервые определены начальные параметры и формы акустических импульсов на границе перехода ударной волны в акустическую для сверхзвуковых самолетов F-4 и F-18.

Ключевые слова: акустический импульс, сверхзвуковой полет самолетов, ударная волна

В настоящее время развитие теории переноса акустической энергии от различных источников в атмосферу и околоземное космическое пространство, и создание соответствующих эксперименту моделей очень важно для решения различных задач, в частности, задачи обнаружения ядерных взрывов. Развитие сверхзвуковой авиации выявило экологический аспект воздействия звуковых волн на здоровье и комфортное проживание населения. Несмотря на наличие прямых измерений акустических волн (ударных) над земной или надводной поверхностью, остается проблема адекватного описания распространения ударных и акустических волн в условиях неоднородной, поглощающей и нелинейной атмосферы. Кроме того, из-за больших сложностей прямых измерений акустических волн вблизи полета самолета со сверхзвуковой скоростью, задача получения информации о начальных импульсах остается нерешенной. Единственная возможность решить данную проблему- использовать адекватную эксперименту модель распространения для решения обратной задачи: рассчитать акустический импульс вблизи самолета на основе наземных измерений.

Авторами работ [1,2] была разработана модель, позволяющая описать эволюцию акустического импульса произвольной формы при его распространении в реальной неоднородной атмосфере, с учетом поглощения, нелинейных эффектов и геометрического расширения волнового фронта. Адекватность разработанной модели эксперименту была доказана на примере расчетов форм акустических импульсов и возмущений доплеровского сдвига частоты для калибровочного наземного химического взрыва Mill Race мощностью 500 т ТНТ (точечного источника) для семи точек пространства - ошибки расчетов составили от 3 до 10%. Коэффициент корреляции между экспериментом и моделью одновременно для семи точек пространства на высотах от 8.2 км до 263 км составил величины 0.85-0.98. Данная модель стала основой для создания модели распространения акустических волн, генерированных цилиндрическим источником, движущимся в атмосфере со сверхзвуковой скоростью (полетом ракетносителя)[2,3].

Для определения параметров и формы акустических импульсов вблизи самолета, движущегося со сверхзвуковой скоростью, первоначально было проведено сопоставление модельных расчетов и экспериментальных записей акустического импульса на земной поверхности на основе наземных записей акустических импульсов, генерированных полетом самолета со сверхзвуковой скоростью во время полета самолетов F-4 и F-18 в районе пустыни Мохаве, находящейся на территории США, штат Калифорния, рано утром 3 и 6 августа 1987 года [4].

Результаты сопоставления показали, что разработанная модель генерации и распространения акустических импульсов от полета сверхзвуковых самолетов адекватна эксперименту: ошибка расчета амплитуды и длительности импульса не превышает 2%.

С использованием данной адекватной эксперименту модели впервые были рассчитаны начальные (на границе перехода ударной волны, генерированной полетом самолета со сверхзвуковой скоростью, в акустическую) акустические импульсы для самолетов F-4 и F-18 и

показано, что амплитуда начального акустического импульса составила около 37 Па и 34 Па, соответственно. Различие в амплитуде обусловлено тем, что высота полета самолетов F-4 и F-18 - различная, 4,389 м и 9, 144 м, соответственно, а, следовательно и значения плотности атмосферы. Именно плотностью атмосферы определяется амплитуда импульса. Длительность импульса первого самолета больше, чем второго.

### Литература

1. Drobzheva Ya.V. Krasnov V.M Acoustic energy transfer to the upper atmosphere from surface chemical and underground nuclear explosions// Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 2006. – V. 68. – P. 578–585.
2. Краснов В.М., Дробжева Я.В. (2018). Нелинейная акустика в неоднородной атмосфере в рамках аналитических решений. Монография – СПб: полиграфическое предприятие «Кром-Принт». 172с.
3. Drobzheva Ya., Krasnov V. M., Sokolova O.I. Disturbances of the ionosphere of blast and acoustic waves generated at ionospheric heights by rockets. //Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. –2003. – V. 65, pp.1385-1392.
4. Hobbs, C.M., Page, J.A., "PCBoom Model Prediction Comparisons with Flight Test Measurement Data", Wyle Laboratories 49th AIAA Aerospace Sciences Meeting including the New Horizons Forum and Aerospace Exposition, 4 - 7 January 2011, Orlando, Florida.

### **Acoustic pulse at the boundary of the transition of a shock wave to an acoustic one during supersonic flight of an aircraft**

**Drobzheva Ya.V.<sup>1</sup>, Zikunkova D.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Sankt-Peterburg, Russia, e-mail: ydrobzheva@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Sankt-Peterburg, Russia, e-mail: zikdasha2402@gmail.com*

Abstract. Based on the model of acoustic wave propagation in the atmosphere (the model is adequate to the experiment), the initial parameters and forms of acoustic pulses at the boundary where the shock wave passes into an acoustic one for the flight of supersonic f-4 and F-18 aircraft are determined for the first time.

Key words: acoustic pulse, supersonic flight of the aircraft, the shock wave.

## Анализ динамики атмосферных осадков на территории города Москвы

**Дронова Е.А.<sup>1</sup>, Рожнов В.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация, [helena\\_dronova@mail.ru](mailto:helena_dronova@mail.ru)

<sup>2</sup> - ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

Аннотация. Дана оценка временной изменчивости количества выпадающих осадков по данным метеостанции ВДНХ. Проведен анализ динамики сумм осадков в среднем за год, по сезонам года, в теплый и холодный период, экстремальных значений осадков за период с 1986 по 2015 гг.

Ключевые слова: количество осадков, временная изменчивость.

Атмосферные осадки представляют собой важную климатическую характеристику. Их распределение по территории, годовой и суточный ход, количество в разные промежутки времени имеет большое значение для многих отраслей народного хозяйства. Нами был проведен анализ динамики сумм осадков в среднем за год, по сезонам года, в теплый и холодный период, экстремальных значений осадков за период с 1986 по 2015 гг. на территории города Москвы.

Была проведена проверка однородности статистических рядов с использованием критерия Стьюдента и критерия Фишера. Для принятого нами 5% уровня значимости по обоим критериям расчетные значения меньше критических. Это позволило сделать вывод об однородности используемого ряда наблюдений.

Таблица 1 – Проверка однородности ряда наблюдений

| Критерий  | Расчетное значение | Критическое значение |
|-----------|--------------------|----------------------|
| Стьюдента | -0,58              | 2,75                 |
| Фишера    | 1,71               | 2,4                  |

За исследуемый период лет среднее годовое количество осадков составило 650 мм. Наблюдается постепенное уменьшение количества выпадающих осадков, линия тренда динамики годовых сумм осадков имеет вид  $y = -3,2x + 667$ .

Сохраняется тенденция неравномерного распределения количества выпадающих осадков по сезонам года. Максимальное количество осадков за исследуемый период наблюдается в летний период и составляет 236 мм. Минимальное количество выпадает в весенний период – 114 мм. В зимний и осенний период количество осадков составляет соответственно 129 мм и 169 мм.

Анализируя динамику выпадающих осадков по сезонам года, следует обратить внимание на значительное уменьшение за исследуемый период времени количества осадков летнего периода. Уравнение линии тренда осадков этого периода имеет вид:  $y = -3,7x + 252$ .

В остальные сезоны года динамика осадков остается практически неизменной.

Согласно методике Г.В. Леоновой и Т.А. Богдановой, была проведена оценка повторяемости аномальных периодов увлажнения – избыточно влажных и сухих. Аномалии осадков рассчитывались по отношению к норме, вычисленной за весь исследуемый период – 1986-2015 гг.

За весь период наблюдений в теплый период (с апреля по октябрь) наблюдается больше влажных лет (33%), чем сухих (23%), в то время как за холодный период (с ноября по март) количество таких лет приблизительно одинаково (по 20%).

Таблица 2 – Оценка аномальных периодов увлажнения

| Теплый период   |    |                  |    |          |    |
|-----------------|----|------------------|----|----------|----|
| R > 120 %       |    | 119 % > R > 81 % |    | R < 80 % |    |
| N               | %  | N                | %  | N        | %  |
| 10              | 33 | 13               | 44 | 7        | 23 |
| Холодный период |    |                  |    |          |    |
| R > 120 %       |    | 119 % > R > 81 % |    | R < 80 % |    |
| N               | %  | N                | %  | N        | %  |
| 6               | 20 | 18               | 60 | 6        | 20 |

Для оценки экстремальных осадков были проанализированы значения максимальных суточных осадков за каждый год всего исследуемого периода. Для этого были найдены значения максимальных суточных осадков и месяцы, когда наблюдались эти значения. Была проведена оценка изменчивости максимальных суточных осадков по годам, а также их распределение по месяцам. Было установлено, что за исследуемый период лет наблюдается падение уровня максимальных суточных осадков. Наибольшая частота выпадения экстремально большого количества осадков приходится на теплый период года – с мая по октябрь. Наибольшее количество дней с экстремальными осадками наблюдается в мае и августе.

Был определен критический порог экстремально высокого и экстремально низкого количества осадков. Для экстремально высокого количества осадков он составил  $\geq 10$  мм, для экстремально низкого  $\leq 0,1$  мм. Было установлено, что количество дней с экстремально низкими непрерывно растет, тогда как количество дней с экстремально высокими суточными осадками за исследуемый период практически не меняется, имея слабую отрицательную тенденцию.

#### Литература

1. Дружинин В.С., Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2001.
2. Золина О.Г. и Бульгина О.Н. Современная климатическая изменчивость характеристик экстремальных осадков в России. // *Фундаментальная и прикладная климатология*, 2016, т. 1, с. 84-103
3. Ландсберг Г.Е. Климат города / перевод с англ. А.Я. Фертмана. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 248 с
4. Леонова Г.В., Богданова Т.А. 1975 // *Тр. ГМЦ СССР*. Вып. 166. С. 17-20.

### Analysis of the dynamics of precipitation in the city of Moscow

**Dronova E.A.<sup>1</sup>, Rozhnov V.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> - *Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation, helena\_dronova@mail.ru*

<sup>2</sup> - *Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation*

Abstract. The estimation of the temporary variability of the amount of precipitation is given according to the VDNKh weather station. The analysis of the dynamics of precipitation totals on average for the year, according to the seasons of the year, in the warm and cold periods, extreme values of precipitation for the period from 1986 to 2015.

Key words: precipitation, temporary variability.

## Исследование черноморской боры с использованием мезомасштабной гидродинамической модели WRF-ARW

Зверько П.В.<sup>1</sup>, Анискина О.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, olga.aniskina@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрена возможность использования мезомасштабной гидродинамической модели WRF-ARW для моделирования боры.

Ключевые слова: черноморская бора, гидродинамическое моделирование, модель WRF-ARW.

Местные мезомасштабные циркуляции, которые связаны с общей циркуляцией атмосферы, но претерпевающие изменения под действием местных условий (например, орографии), к которым относят такие ветры как фен, бора, наблюдаются во многих горных районах Земли. Возникают такие циркуляции при определенных синоптических и орографических условиях. Для возникновения боры необходим невысокий горный хребет, по одну из сторон которого должно располагаться море или крупное озеро. В холодное время года над незамерзающим морем концентрируются теплый воздух, а по другую сторону хребта холодный континентальный воздух и поэтому наблюдается мезомасштабный горизонтальный градиент давления направленный с суши на море. Новороссийская бора, являющаяся главным объектом данной исследовательской работы, может возникать при прохождении циклонов по морю (циклоническая бора), а также при антициклонических процессах (антициклоническая бора). Особенность боры в том, что она сопровождается сильным ветром, направленным со склона невысокого хребта в сторону моря, а также резким понижением температуры воздуха на подветренном склоне. При боре увеличивается и турбулентность, что обуславливает порывистость ветра. Поэтому, если за подветренным склоном располагается населенный пункт, то бора способна нанести ему значительный экономический урон, и даже привести к гибели людей, что было зафиксировано не раз при боре в Новороссийске. Вследствие чего прогноз этого явления очень актуален [1].

Возможны разные подходы к прогнозу боры, но не все они достаточно эффективны. Поэтому в данной работе рассматривается возможность моделирования боры с использованием мезомасштабной гидродинамической модели WRF с динамическим ядром ARW. Такие исследования проводились ранее [2, 3].

Конфигурация модели WRF-ARW была выбрана следующая:

- расчетная область моделирования задана сеткой размером 200 узлов с запада на восток и 210 с юга на север;
- географические границы расчетной области 41,9-47,4458<sup>0</sup> с.ш и 34,1-40,5142<sup>0</sup> в.д;
- пространственное разрешение модели 2 км;
- шаг по времени 12 секунд.

Начальные и граничные условия (обновлялись каждые 3 часа) получены из глобальной модели GFS.

В исследовании рассматривались пять случаев сильной боры в городе Новороссийске: 26-28 января 2012 года, 06-08 февраля 2012 года, 09-11 марта 2014 года, 25-27 октября 2014 года, 29-30 ноября 2018 года.

Анализировались поля давления, ветра и температуры, а также вертикальные разрезы этих метеорологических величин. Проведенные численные эксперименты позволяют сделать вывод о том, что максимальные модельные скорости ветра наблюдаются на подветренной стороне хребта, что полностью согласуется с теорией этого явления. Также можно заметить, что вся область больших скоростей ветра сосредоточена в слое до 1 километра, что также подтверждает факт описания моделью боры.

На наветренной стороне хребта наблюдается частичное блокирование потока. Блокирование увеличивается при накоплении холодного воздуха у наветренной стороны. Увеличение

блокирования означает увеличение толщины слоя воздуха, у которого кинетической энергии недостаточно для преодоления вертикального препятствия. Из-за этого в некотором слое у земли с наветренной стороны хребта образуется зона стагнации потока, то есть наблюдается ослабление скорости ветра и/или даже в некоторых случаях возможно изменение направления ветра.

В момент кульминации боры над подветренным склоном наблюдается приземная температурная инверсия интенсивностью больше  $10^{\circ}\text{C}$  и протяженностью полкилометра. Были проанализированы профили температуры до и после кульминации боры. Надо отметить, что инверсия наблюдается и до возникновения боры, однако она располагается над всем хребтом и даже над всей долготной областью, в пределах которой производилось моделирование. В момент кульминации инверсия локализуется над подветренным склоном и достигает максимальных значений по своей интенсивности. По мере затухания боры уменьшается и интенсивность инверсии.

Минимальные значения давления в Цемесской бухте наблюдаются именно в момент кульминации боры. В то время как в моменты зарождения и затухания боры давление в бухте несколько выше. Эта особенность связана не с синоптическими процессами, а с мезомасштабными эффектами обтекания потоком препятствия, а также из-за различных других особенностей, волновой динамики (распространения ВГВ), из-за блокирования потока. Вклад мезомасштабного увеличения градиента давления в моменты кульминации боры может значительно превышать вклад синоптических процессов, а именно может составлять 70% от общей величины градиента давления.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что модель WRF-ARW данной конфигурации и набором параметризаций физических процессов на качественном уровне очень хорошо воспроизводит и воспроизводит именно боры, а не какое-либо другое явление.

#### Литература

1. Экспедиционные исследования Новороссийской боры / А. Чайка, П. Торопов, Д. Чечин и др. // Метеоспектр. — 2009. — № 2. — С. 64–71.
2. Торопов П. А., Мысленков С. А., Самсонов Т. Е. Численное моделирование новороссийской боры и связанного с ней ветрового волнения // Вестник Московского университета. Серия 5 «География», 2013, Т. 5. - с. 38-46.
3. Шестакова А.А., К.Б.Моисеенко Торопов П.А., Гидродинамические аспекты эпизодов новороссийской боры 2012-2013 гг. Известия РАН. ФАО, 2015, т.51, № 4 – 13 с.

### **Study of the Black Sea bora using the mesoscale model WRF-ARW**

**Zverko P.V., Aniskina O.G.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

*E-mail: olga.aniskina@mail.ru*

Abstract: The possibility of using the mesoscale hydrodynamic model WRF-ARW for modeling bora is considered.

Key words: Black Sea bora, mesoscale model WRF-ARW.

## К вопросу формирования начальной стадии образования зародышей облачных частиц

**Имамджанов Х.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Центр гидрометеорологической службы Узбекистана (Узгидромет) Научно-исследовательский гидрометеорологический институт (НИГМИ), Ташкент, Узбекистан, *otakrae@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрено формирование начальной стадии гомогенного образования и роста зародышей облачных частиц.

Ключевые слова: облако, пересыщение, конденсация, критический радиус.

В работе рассмотрено формирование начальной стадии гомогенного образования и роста зародышей облачных частиц. Переход метастабильной фазы в устойчивую совершается путем флуктуационного возникновения в однородной среде небольших скоплений зародышей новой фазы. Энергетически невыгодный эффект появления поверхности раздела приводит к тому, что при недостаточно больших размерах зародыша он оказывается неустойчивым и снова исчезает. Устойчивыми являются лишь зародыши с размером больше критического  $R_k$  [1]. Получена зависимость критического радиуса зародыша новой фазы от пересыщения и переохлаждения, при условии  $T_R - T_\infty \ll \bar{T}$ :

$$R_k = \frac{2\sigma}{\rho_c R_n \bar{T}} * \frac{1}{\frac{L}{R_n \bar{T}^2} (T_R - T_\infty) + \ln \frac{E_R}{E_\infty}} \quad (1)$$

где,  $S_p = \ln \frac{E_R}{E_\infty}$  – пересыщение;  $T_R - T_\infty$  – переохлаждение;  $\rho_c$  – плотность стабильной фазы (вода);  $R_n$  – удельная газовая постоянная водяного пара;  $E_\infty$  – давление насыщенного водяного пара над плоской поверхностью воды;  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения;  $\bar{T}$  – средняя температура окружающей среды;  $T_\infty$  – температура окружающей среды на бесконечности;  $L$  – удельная теплота конденсации.

Зародыши, имеющие размер меньше критического будут испаряться. Зародыши, имеющие размер больше критического будут расти за счет диффузии водяного пара. Когда размер зародыша стабильной фазы намного больше критического значения рост частиц будет описываться конденсационной теорией, основы которой были заложены Максвеллом [2].

В работе рассмотрена кинетика роста частиц на начальной стадии конденсации. На начальной стадии конденсации определяющую роль приобретает “поедание” мелких зародышей (капель) крупными. “Поедание” сводится к тому, что мелкие капли испаряются (неустойчивы), а крупные растут за счет диффузии водяного пара. Получена зависимость скорости роста капли в начальной стадии конденсации от времени:

$$\left(\frac{R}{R_k} + 1\right)^2 - \left(\frac{R_0}{R_k} + 1\right)^2 + 2 \ln \frac{R - R_k}{R_0 - R_k} = \left(\frac{2D\rho_\infty S_p}{\rho_k R_k^2}\right) * t \quad (2)$$

где,  $R_0$  – начальный радиус зародыша;  $R$  – радиус зародыша;  $D$  – коэффициент диффузии;  $\rho_\infty$  – плотность водяного пара на бесконечности;  $S_p = \frac{\bar{p} - p_\infty}{p_\infty}$  – пересыщение.

Из (2) видно, что если  $R > R_k$ , то капли растут; если же  $R < R_k$  – капли испаряются.

Конденсационная стадия определяется условием  $R \gg R_k$ . Из (2) при  $R \gg R_k$  получаем известное уравнение конденсационного роста капли [1, 2].

Из (2) следует, что скорость роста капли в начальной стадии конденсации будет определяться пересыщением  $S_p$  и переохлаждением. Показано, что на переходной стадии зародыши малого размера будут испаряться, а крупные расти по закономерности (2).

Таким образом, в работе получены зависимости критического радиуса зародыша новой фазы от пересыщения и переохлаждения, и закономерность роста зародышей новой фазы в переходной период: от момента зарождения до диффузионной стадии.

**Литература:**

1. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. – Л.: - Гидрометеоиздат, - 1990, - 464 с.
2. Мейсон Б.Дж. Физика облаков. – Л.: - Гидрометеоиздат, - 1961, -543 с.

**On the formation of the initial stage forming cloud particle germ**

**Imamdjanov X.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Center of the Hydrometeorological Service of Uzbekistan (Uzhydromet) Scientific Research Hydrometeorological Institute (NIGMI), Tashkent, Uzbekistan, omakrae@mail.ru*

Abstract. The article considers the formation of the initial stage of homogeneous formation and growth of cloud particle nuclei.

Key words: cloud, oversaturation, condensation, critical radius.

## Оценка ветрового режима, достигающего критериев неблагоприятных и опасных условий погоды на территории Краснодарского края

Иошпа А.Р.<sup>1</sup>, Гежа Н.А.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> - Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия, aioshpa@sfnu.ru

Аннотация. В работе исследованы неблагоприятные условия погоды и опасные гидрометеорологические явления, связанные с ветровым режимом на территории Краснодарского края за 20-летний период.

Ключевые слова: сильный ветер, Краснодарский край, смерч.

Для определения статистических характеристик природных катастроф гидрометеорологической природы необходимо располагать соответствующей базой данных о произошедших за определенный период (желательно продолжительный) опасных явлениях на побережье Азовского моря и над сушей в равнинной части Краснодарского края. В настоящее время по многим типам природных явлений такая база данных отсутствует.

В конце 90-х годов прошлого столетия Морским отделением УкрНИГМИ (Севастополь) были собраны данные об особо опасных гидрометеорологических явлениях в Азово-Черноморском бассейне (включая устья рек) за период с 1990 по 1996 гг. Всего описано 111 событий [1].

Лидерами опасных природных явлений в этот период были: сильные ветры (39 % от общего числа), обильные дожди (16 %), подъемы или опускания уровня моря выше и ниже критических отметок (11 %), штормовые волны (10 %), туманы (10 %) [2].

Из всего спектра стихийных гидрометеорологических явлений (СГЯ), наблюдаемых в Краснодарском крае, сильный ветер, шквалы и смерчи составляют около 20 % от общего числа СГЯ. Максимальное количество стихийных явлений выпадает на сильные ветры. Сильный ветер СГЯ, как явление, повторяемость которого самая высокая, часто приводит к возникновению других видов СГЯ (волнение, сгонно-нагонные явления, тягун), а в сочетании с низкими температурами воздуха - к парению моря, обледенению судов в Азово-Черноморском бассейне [2].

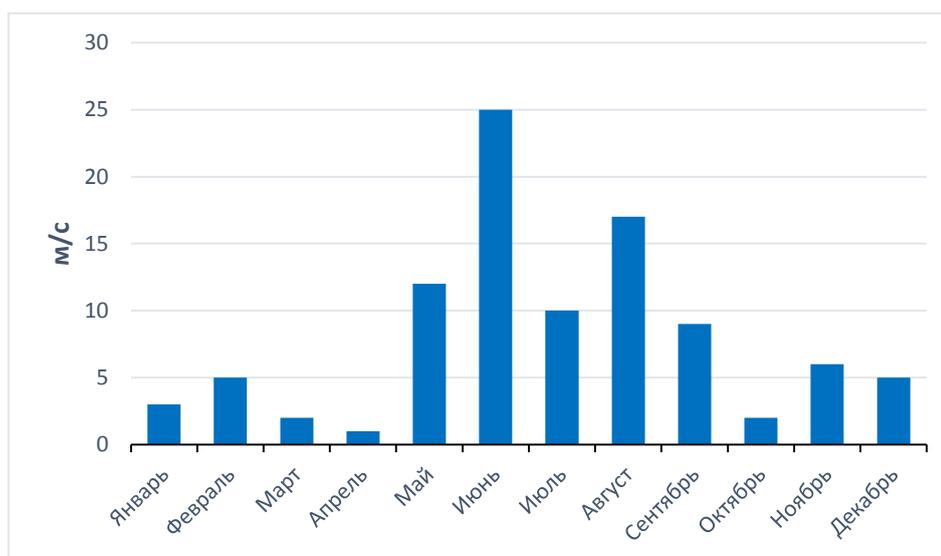


Рисунок 1 – Повторяемость максимальных порывов ветра, нанёсших экономические потери на территории Краснодарского края в период с 1988 по 2018 гг.

Для исследований неблагоприятных условий погоды и опасных гидрометеорологических явлений, нанесших социальные и экономические потери на территории Краснодарского края, были использованы архивные данные 10 метеостанций Краснодарского края из которых 2 – береговые находятся на побережье Азовского моря, содержащиеся в пополняемой базе данных ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» за период с 1988 по 2018 г.

На основе полученных данных была построена гистограмма (рис. 1), из которой видно, что максимум явлений, нанёсших экономические потери, связанные с сильными ветрами, приходится на летний период года. Максимум опасных явлений приходится на июнь – 25 случаев.

За рассматриваемый период максимальный ветер в Краснодарском крае наблюдался на территории Ейского района в период с 11.04.1997 по 12.04.1997, продолжительность явления длилась 12-15 часов. Максимальная скорость ветра в этот период достигала рекордных 43 м/с.

Общая тенденция скорости ветра по изучаемым пунктам в Краснодарском крае за период с 1988 по 2018 гг. увеличивается, за исключением Приморско-Ахтарского, Кущёвского и Лабинского районов, где наблюдается уменьшение скорости ветра. Средняя многолетняя скорость для всего исследуемого района составляет – 2,3 м/с.

Максимальная скорость ветра за десятиминутный интервал была зафиксирована в Белоглинском районе 16 февраля 2010 года и составила 27 м/с.

На территории Краснодарского края наблюдались смерчи. В исследуемый период с 1991 по 2018 гг. количество зафиксированных смерчей – 3. Первый случай пришёлся с 11.08.2004 по 12.08.2004 гг., наблюдаемая скорость ветра составила 22 м/с, продолжительность – 4 часа. Вторым смерч образовался 31.08.2007 г. продолжительностью 2 часа, скорость ветра на тот момент составила 28 м/с. В последний раз смерч был замечен на территории Краснодарского края 27.05.2009 г., продолжительность данного метеоявления составила 3 часа, скорость ветра составила 23 м/с.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 18-05-80082 «Закономерности формирования опасных береговых процессов в Азовском море и социально-экономические последствия их проявлений».

#### Литература

1. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Бердников С.В., Яицкая Н.А. Природные катастрофы в Азово-Черноморском бассейне в начале XXI века. Ростов-на-Дону, издательство ЮНЦ РАН 2017 г. – 378 с.
2. Ткаченко Ю.Ю., В.И. Денисов. Особенности климата прибрежной зоны северо-восточной части Азовского моря, 2015 г. -76 с.

#### Title of presentation

#### Assessment of the wind regime, which reaches the criteria of adverse and dangerous weather conditions in the Krasnodar region

Ioshpa A.R.<sup>1</sup>, Geja N.A.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> – Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, e-mail: aioshpa@sfnu.ru

Abstract. The work investigated adverse weather conditions and dangerous hydrometeorological phenomena associated with the wind regime in the Krasnodar region for a 20-year period

Key words: strong wind, Krasnodar region, tornado

## Моделирование, расчет и визуализация динамики норм снегозапасов в бассейне реки Чирчик

Карандаева Л.М.<sup>1</sup>, Карандаев С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Научно-исследовательский Гидрометеорологический институт Узгидромета, г. Ташкент, Узбекистан, *karan.serg@rambler.ru*

Аннотация. Рассчитаны нормы снегозапасов в бассейне реки Чирчик на конец каждого месяца года с января по декабрь. Рассчитанные снегозапасы с помощью ГИС-технологий представлены в виде тематических карт снегозапасов. При последовательном изображении этих карт на мониторе компьютера можно увидеть динамику изменения снегозапасов в бассейне реки.

Ключевые слова: бассейн реки Чирчик, температура воздуха, атмосферные осадки, снегозапасы, тематические карты, цифровая модель рельефа.

Недостаток воды, а особенно ее нехватка в засушливые годы приводят к проблемам в экономике и социальной жизни населения. В связи с этим исследования, направленные на изучение снежно-ледовых ресурсов, являются чрезвычайно актуальными. Объектом исследований выбран бассейн реки Чирчик, так как значение реки Чирчик для Ташкентской области трудно переоценить. Река является главным источником водообеспечения столицы Республики Узбекистан г. Ташкента, населенных пунктов, промышленных предприятий и земель сельскохозяйственного назначения.

Цель данной работы – расчет снегозапасов в бассейне реки Чирчик на конец каждого месяца года с января по декабрь. Одной из первых задач для достижения поставленной цели являлась разработка методики расчета пространственно-временного распределения температуры воздуха [2]. Вторая задача – разработка методики расчета пространственно-временного распределения атмосферных осадков [3].

*Модель формирования снежного покрова.* Исходными данными для модели формирования снежного покрова послужили рассчитанные поля температуры воздуха и осадков. В модели предусматривается разделение осадков на жидкие и твердые, т.е. на дождь и на снег. И, наконец, производится расчет снегонакопления. Расчетный период начинается с октября.

*Метод расчета полей норм средних месячных температур воздуха.* Для анализа поля средней месячной температуры воздуха были выбраны данные 15 метеорологических станций [2].

Аналитическая формула для расчета средней месячной температуры воздуха для заданной точки местности и заданного месяца имеет вид:

$$T(z, \varphi, \lambda, m) = T(z_0, \varphi_0, \lambda_0, m) + G_z(m)(z - z_0) + G_\varphi(m)(\varphi - \varphi_0) + G_\lambda(m)(\lambda - \lambda_0),$$

где:  $z$  – высота, км;  $\lambda$  – долгота, град.;  $\varphi$  – широта, град.;  $m$  – номер месяца;  $z_0, \lambda_0$  и  $\varphi_0$  – координаты базовой станции;  $T(z_0, \varphi_0, \lambda_0, m)$  – температура на базовой станции Пскем.

*Методика расчета полей норм месячных сумм атмосферных осадков.* Анализ поля осадков основан на исторических данных 18 метеостанций и постов [3], расположенных в пределах бассейна реки Чирчик. Аналитическая формула зависимости сумм осадков от высоты местности, широты, долготы может быть представлена выражением вида:

$$q(z, \varphi, \lambda, m) = q(z_0, \varphi_0, \lambda_0, m) \times \left[ \begin{array}{l} 1 + K_{2z}(m) \cdot (z - z_0) + K_{3z}(m) \cdot (z - z_0)^2 + \\ + K_{2\varphi}(m) \cdot (\varphi - \varphi_0) + \\ + K_{2\lambda}(m) \cdot (\lambda - \lambda_0) \end{array} \right],$$

где:  $z$  – высота, км;  $\lambda$  – долгота, град.;  $\varphi$  – широта, град.;  $m$  – номер месяца;  $z_0, \lambda_0$  и  $\varphi_0$  – координаты базовой станции;  $q(z_0, \varphi_0, \lambda_0, m)$  – осадки на базовой станции Пскем.

*Расчет таяния снега.* Из месячной суммы осадков по отдельным точкам бассейна доля твердых осадков (снег) определяется следующим образом:

$$S = \begin{cases} q, & \text{при } T < T_p \\ 0,5q, & \text{при } T = T_p \\ 0, & \text{при } T > T_p \end{cases},$$

где:  $q$  – осадки;  $T$  – температура воздуха;  $T_p$  – пороговая температура воздуха, которая разделяет осадки на снег и дождь.

Пороговая температура воздуха  $T_p$  рассчитывалась по методике, предложенной Г.Е. Глазыриным [1]. Для расчета таяния снега использованы уравнения, полученные И.Д. Шенцис [4].

*Расчет снегонакопления.* Накопление снега на конец месяца было рассчитано как разность аккумуляции (доля снега) и абляции. Разумно принять во внимание, что на конец сентября (начало октября) снегонакопление равно 0.

*Тематические карты снегозапасов.* Используя цифровую модель рельефа бассейна реки Чирчик, по выше описанным методикам рассчитаны поля: средних месячных температур воздуха (январь-декабрь); месячных сумм осадков (январь-декабрь); снегозапасов на конец каждого месяца года. Затем при помощи средств Arc View [5] построены тематические карты снегозапасов. Как пример ниже на рисунке 1 представлены снегозапасы в бассейне реки Чирчик в январе и марте.

Январь

Март

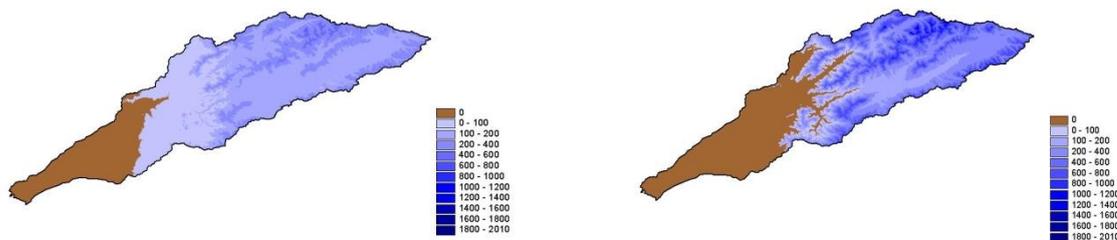


Рисунок – 1. Рассчитанные нормы снегозапасов в бассейне реки Чирчик в январе и марте

### Литература

1. Глазырин Г.Е. Распределение и режим горных ледников. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 181 с.
2. Карандаева Л.М., Карандаев С.В. Динамика полей температуры воздуха в Чирчик-Ахангаранском речном бассейне // Экологический вестник Узбекистана. 2018. № 4 (204). – С. 26-29.
3. Карандаева Л.М., Карандаев С.В. Динамика полей осадков в бассейне реки Чирчик // Экологический вестник Узбекистана. 2018. №7 (207). – С. 47-49.
4. Шенцис И.Д. К вопросу расчета таяния снежного покрова в горах по температуре воздуха // Труды САНИГМИ. – 1985. – Вып. 91 (172). – С. 35-42.
5. ArcView® GIS (Using ArcView GIS). // Environmental Systems Research Institute. Inc., Redlands, CA 92373. – 1996. – 340 p.

### Modeling, calculation and visualization of the dynamics of snow reserves in the Chirchik river basin

**Karandaeva L.M.<sup>1</sup>, Karandaev S.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>– Scientific Research Hydrometeorological Institute of Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan,  
 karan.serg@rambler.ru

**Abstract.** The norms of snow reserves in the Chirchik river basin at the end of each month of the year are calculated. The calculated rates with the help of GIS-technologies are presented in the form of thematic maps of snow cover. When these maps are displayed sequentially on a computer monitor, you can see the dynamics of changes in snow reserves in the river basin.

**Key words:** Chirchik river basin, air temperature, atmospheric precipitation, snow reserves, thematic maps, digital elevation model.

## Особенности воспроизведения изменчивости снегозапасов Восточно-Европейской равнины данными спутниковой информации (на примере продукта GlobSnow(SWE))

Китаев Л.М., Титкова Т.Б.

*Институт географии РАН, Москва, Россия lkitaev@mail.ru*

Аннотация. Выявлены погрешности в воспроизведении снегозапасов Восточно-Европейской равнины спутниковыми данными – на примере продукта GlobSnow(SWE) (Европейское космическое агентство) в сравнении с данными метеорологических станций и расчетами модели SPONSOR (Институт географии РАН).

Ключевые слова: снегозапасы, межгодовая и многолетняя изменчивость, фактические и модельные данные, спутниковая информация

### Результаты исследований

Если снегозапасы, восстановленные по спутниковым данным (продукт ESAGlobSnow (SWE)) практически везде превышают фактические снегозапасы, то данные модели SPONSOR превышают фактические снегозапасы в пределах лесных территорий и становятся ниже фактических на открытых пространствах – в лесостепях и степях. Средняя квадратическая ошибка для многолетних рядов значений, рассчитанных моделью SPONSOR, больше среднеквадратической ошибки значений, восстановленных по спутниковой информации – в соответствии с большей в этом случае дисперсии (табл. 1). Совпадений величины и направленности линейных трендов фактических и восстановленных данных не обнаружено.

Таблица 1 – Многолетняя изменчивость фактических и восстановленных (среднее для февраля-марта на период 1979-2016 гг.).

| Пункт                     | Значения   |                            |                                      |
|---------------------------|--|----------------------------|--------------------------------------|
|                           | фактические/продукт GlobSnow(SWE)/модель SPONSOR |                            |                                      |
|                           | Среднее, мм                                      | Стандартное отклонение, мм | Коэффициент линейного тренда, мм/год |
| Ловозеро (тундра)         | 90 / 121 / 150                                   | 21.7 / 23.1 / 32.9         | -0.099 / -0.226 / -0.556             |
| Вытегра (тайга)           | 80 / 131 / 101                                   | 34.0 / 40.1 / 39.1         | -1.072 / -2.669 / 0.6618             |
| Сухиничи (смешанные леса) | 42 / 74 / 45                                     | 23.3 / 23.1 / 34.2         | 0.102 / -0.952 / 0.913               |
| Порецкое (степь)          | 48 / 74 / 46                                     | 21.7 / 20.8 / 41.5         | 0.661 / 0.306 / 1.286                |

*Курсивом выделены незначимые коэффициенты линейного тренда.*

Проведен анализ хода аномалий фактических и восстановленных максимальных (январь-февраль) снегозапасов. В качестве аномалий нами принимались значения, выходящие за уровень стандартного отклонения в положительной и отрицательной области распределения. Во всех случаях, отмечается от четырех до шести лет с аномалиями каждого знака, т.е. 11-16 % от продолжительности ряда. Совпадения аномалий фактических и расчетных имеются лишь в двух-трех случаях в течение расчетного периода.

Еще одним показателем сходства межгодовых изменений фактических и расчетных данных может служить оценка квазипериодических колебаний рядов, проведенная в данном случае методом дискретного Фурье-преобразования. Анализ показал удовлетворительное сходство гармоник фактических снегозапасов с гармониками данных, рассчитанных моделью – по числу периодов в количестве пяти-шести и совпадению их пиков во времени. Наибольшее сходство отмечается для степных и лесостепных территорий, где коэффициент корреляции рядов Фурье достигает 0.8. Сходство гармоник Фурье фактических снегозапасов и снегозапасов, восстановленных по спутниковым данным слабее и имеет заметной сходство лишь для открытых пространств – с значимым коэффициентом корреляции не выше 0.55.

Разница в точности воспроизведения многолетней изменчивости снегозапасов моделью SPONSOR и алгоритмом продукта GlobSnow( SWE) может определяться следующими причинами. Процесс использования в продукте GlobSnow( SWE) в качестве входных параметров и верификатора в алгоритме расчета интерполированных в узлы регулярной сетки данных наблюдений метеорологических станций требует, по мнению самих создателей продукта, существенной доработки – ввиду недостаточного количества используемых пунктов наблюдения, неравномерного их распределения по территории и разрывах в рядах наблюдений. Также, поправки, связанные с влиянием леса на пассивное микроволновое излучение рассчитывались для ограниченной территории – бореальной тайги Финляндии, что увеличивает погрешность расчетов для других территорий. В качестве источника входных метеоданных модели SPONSOR используется информация реанализа ERAInterim. Его преимущество состоит в полноте и однородности предоставляемых данных (включая солнечную и длинноволновую радиацию), в глобальном охвате территории и, в том числе, областей с недостаточной регулярной сетью метеорологических станций. В последней версии реанализа существенно улучшены физика модели и управление качеством данных. Таким образом, следует предположить, что означенные свойства входной информации в совокупности со значительным количеством параметров и переменных, рассчитываемых моделью SPONSOR на каждой итерации расчетов и определяют меньшие погрешности в результатах – в сравнении с алгоритмом продукта GlobSnow( SWE). В целом, судя по публикациям, понимание разработчиками продукта GlobSnow (SWE) и модели SPONSOR причин погрешностей расчетов в целом и неопределенности в воспроизведении аномалий в частности, позволяет снизить уровень расчетных ошибок в перспективе (*Pullianen J.*, 2006; *Турков, Сократов*, 2016, *Китаев* и др., 2019).

#### Благодарности

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук 0148-2019-0009 и Российского фонда фундаментальных исследований, проекты 18-05-00440 и 18-05-00427.

#### Литература

1. Китаев Л.М., Титкова Т.Б., Турков Д.В. Точность воспроизведения межгодовой изменчивости снегозапасов Восточно-Европейской равнины по данным спутниковой информации – на примере продукта GlobSnow(SWE) // Сборник тезисов докладов XVII Всероссийской Открытой конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса", 11–15 ноября 2019 г., Москва, ИКИ РАН, с. 66-68.
2. Турков Д.В., Сократов В.С. Расчёт характеристик снежного покрова равнинных территорий с использованием модели локального теплообмена *sponsor* и данных реанализа на примере Московской области // Лед и снег. 2016. Т. 56. № 3. С. 369-380.
3. Pullianen J. Mapping of snow water equivalent and snow depth in boreal and sub-arctic zones by assimilating space-borne microwave radiometer data and ground-based observations // Remote Sensing of Environment. 2006. Vol. 101. P. 257-269.

**Features of reproducing the snow storage variability on the East European  
Plain  
by satellite information (for GlobSnow (SWE) as example)**

**Kitaev L.M., Titkova T.B.**

*Institute of Geography RAS, Moscow, lkitaev@mail.ru*

Annotation. Errors in East European Plain snow storage reproducing by satellite data were revealed - using the GlobSnow (SWE) product (European Space Agency) as an example in comparison with weather station data and SPONSOR model calculations (Institute of Geography RAS).

Key words: snow storage, interannual and long-term variability, actual and model data, satellite information.

## Экстремальные осадки на западном и восточном берегах Чёрного моря и их связь с макроциркуляционными процессами

Кононова Н.К.<sup>1</sup>, Велев С.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *Институт географии РАН, Москва, Россия, NinaKononova@yandex.ru*

<sup>2</sup> – *Институт географии Болгарской АН, София, Болгария*

Аннотация. В работе рассмотрены катастрофические осадки [2] (в сутки не менее 10 % годовой суммы текущего года) на побережьях Чёрного моря за период 1951-2018 гг. Циркуляция атмосферы рассматривалась в типизации Б.Л. Дзержевского, В.М. Курганской, З.М. Витвицкой [1].

Ключевые слова: катастрофические осадки, берега Чёрного моря, элементарные циркуляционные механизмы (ЭЦМ)

В работе рассмотрены катастрофические осадки на станциях Калиакра, Балчик, Варна, Несебыр, Созопол, Поморие, Бургас, Обзор, Царёво, Резово западного побережья и Сочи, Красная Поляна, Псху, Сухум, Поти, Чаква, Батуми восточного побережья Чёрного моря. Выявлены следующие закономерности.

Есть две системы циркуляции в средней атмосфере, необходимые для формирования катастрофических осадков на берегах Черного моря.

1. Циклон находится в северо-восточной части Скандинавского полуострова. Его ложбина занимает всю Европу до Средиземного моря. По юго-восточной периферии этой ложбины средиземноморские циклоны в движутся в направлении Черного моря. В этом случае катастрофические осадки выпадают на фронтах средиземноморских циклонов. Такая ситуация типична для холодного периода (ЭЦМ 11а, 13з, 11в, 12бз, 12вз, 12г) и переходных сезонов (12а, 12бл). Летом подобная система циркуляции приводит к катастрофическим ливням при ЭЦМ 13л.

2. Циклон находится в районе Исландии. Ложбина тянется в юго-восточном направлении и занимает юг Европы. В южной части Русской равнины и над Балканским полуостровом проходят атлантические циклоны, на фронтах которых и выпадают катастрофические осадки.. Это явление характерно для теплого периода (ЭЦМ 4в, 7ал, 9а).

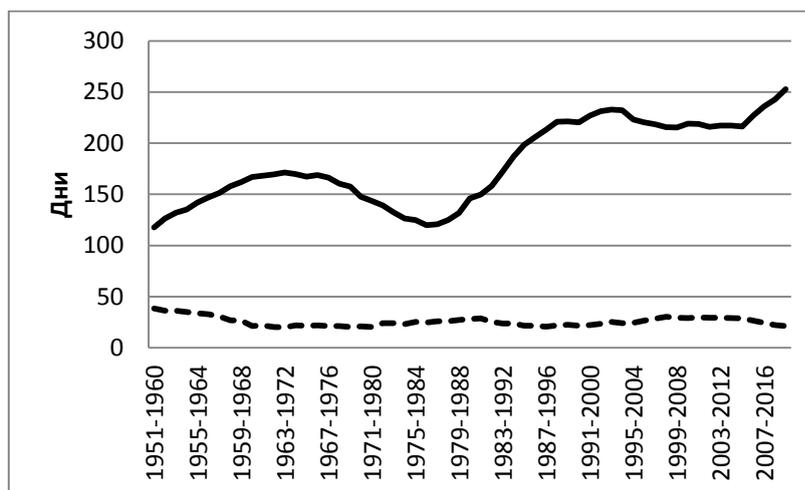


Рисунок 1– Суммарная продолжительность ЭЦМ, вызывающих катастрофические осадки на западном и восточном берегах Чёрного моря (10-летние скользящие средние): сплошная кривая - ЭЦМ 11а, 11в, 12а, 12бз, 12бл, 12вз, 12г, 13з, 13л; пунктирная - ЭЦМ 4в, 7ал и 9а.

Как видно на рис. 1., продолжительность первой группы ЭЦМ выросла за исследуемый период со 118 дней до 253. Эти ЭЦМ встречаются круглый год. Продолжительность второй, летней, группы большую часть времени колеблется между 15 и 30 днями. Число случаев катастрофических осадков за истекший период выросло более, чем в 4 раза.

Высокая повторяемость экстремальных осадков на побережье Черного моря в ближайшие десятилетия сохранится, потому что общая продолжительность ЭЦМ, приносящих катастрофические осадки, с 1981 г. больше средней многолетней (197 дней) и продолжает расти.

#### Литература

1. Дзержевский Б.Л., Курганская В.М., Витвицкая З.М. (1946). Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. // Труды научно-исследовательских учреждений Главного управления гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР. Серия 2. Синоптическая метеорология; Выпуск 21. Центральный институт прогнозов. Москва, Ленинград, Гидрометиздат, 80 с.

2. Fukui E. (1970). Distribution of the extraordinarily heavy rainfalls in Japan. // *Meteorology of Japan*, vol. 43, 10.

3. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX - начале XXI века [Электронный ресурс]. URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru>

4. ВНИИГМИ, Специализированные массивы [Электронный ресурс] URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/index0.shtml>

### **Extreme precipitation on the western and eastern shores of the Black Sea and their relationship with macrocirculation processes**

**Kononova N.K.<sup>1</sup>, Velev S.B.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Institute of Geography RAS, Moscow, Russia, NinaKononova@yandex.ru*

<sup>2</sup> – *Institute of Geography, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria*

Abstract. The paper considers catastrophic precipitation [2] (at least 10% of the annual amount of the current year per day) on the Black Sea coasts for the period 1951-2018. Atmospheric circulation was considered in classification by B.L. Dzerdzeevskii, V.M. Kurganskaya and Z.M. Vitvitskaya [1].

Key words: catastrophic precipitation, the Black Sea coast, elementary circulation mechanisms (ECM)

## Исследование мезомасштабных конвективных комплексов над югом Западной Сибири

**Кошикова Т.С.<sup>1</sup>, Пустовалов К.Н.<sup>2</sup>, Жукова В.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия, tkoshikova@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия*

<sup>3</sup> – *Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия*

Аннотация. Проведено исследование основных характеристик, описывающих мезомасштабный конвективный комплекс (МКК) на юге Западной Сибири за период 2010–2019 гг. Оценка проводилась на основе 462 случаев прохождения МКК над исследуемой территорией.

Ключевые слова: система глубокой конвекции, Западная Сибирь, спектрометр MODIS.

В настоящее время, идет увеличение повторяемости опасных природных явлений, связанных с конвективной облачностью [1]. Наиболее масштабными проявлениями конвективной облачности являются системы глубокой конвекции, в частности мезомасштабные конвективные комплексы (МКК) [2]. МКК – комплекс кучево-дождевых облаков, объединённых общей наковальной квазиовальной формы, инфракрасные изображения которой имеют следующие характеристики: площадь более или менее непрерывного облачного покрова с температурой верхней границы ниже  $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет не менее  $10^5\text{ км}^2$ , а площадь внутреннего района с температурой верхней границы ниже  $-52\text{ }^{\circ}\text{C}$  не менее  $5\cdot 10^4\text{ км}^2$  [3]. Время жизни МКК составляет около 16 ч, в отдельных случаях – более суток. МКК встречаются в разных регионах [2–5], в том числе в Западной Сибири [6].

Целью данной работы является исследование основных характеристик, описывающих мезомасштабный конвективный комплекс над югом Западной Сибири.

Оценка характеристик МКК проводилась за период 2010 – 2019 гг. (с апреля по сентябрь), для территории  $50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{с.ш.}$ ,  $70\text{--}90\text{ }^{\circ}\text{в.д.}$  Дешифрирование МКК выполнялось визуально на основе RGB-изображений MODIS (композиции 1, 4 и 3 каналов) [7]. Далее были отобраны файлы MODATML2/MYDATML2 [8], содержащие облачные продукты по данным MODIS, следующие из которых были использованы в этой работе: оптическая толщина облачности – Cloud Optical Thickness (COT); эффективный радиус облачных частиц – Cloud Effective Radius (CER); высота верхней границы облачности – Cloud Top Height (СТН); интегральное влагосодержание – Cloud Water Path (CWP); давление на верхней границе облака – Cloud Top Pressure (СТР); температура на верхней границе облака – Cloud Top Temperature (СТТ).

Разработан алгоритм автоматизированного отбора случаев МКК и выделения их границ. Критериями для отбора послужили следующие пороговые значения:

1.  $\text{СТТ} \leq 200\text{ К} (-32\text{ }^{\circ}\text{C})$  [3];
2. площадь облачного массива  $\geq 10000\text{ км}^2$  (составляет 1/10 от предложенных в [3]);
3. COT (определяется вертикальной мощностью облачности)  $\leq 30$ .

Всего за период 2010–2019 гг. отобрано 462 случая прохождения МКК.

Далее рассчитывались площади МКК ( $S$ ) и их протяжённости вдоль широты ( $L_{\text{lat}}$ ) и долготы ( $L_{\text{lon}}$ ), отбирались соответствующие им значения продуктов COT, СТН, CWP, СТТ, СТР.

Проводился статистический анализ значений всех исследуемых параметров МКК, а также анализ их многолетней изменчивости. Для исследуемых случаев МКК  $L_{\text{lon}}$  и  $L_{\text{lat}}$  в среднем составляют  $\sim 141$  и  $113\text{ км}$ , и изменяются в диапазонах (25 и 75 квартили)  $120\div 160\text{ км}$  и  $95\div 130\text{ км}$ . Среднее значение  $S$  –  $13560\text{ км}^2$ , характерные значения варьируются в пределах  $11240\div 15380\text{ км}^2$ . Среднее СТН составляет  $10,3\text{ км}$ , а диапазон СТН –  $9\div 13\text{ км}$ . Типичный диапазон изменения CER составляет  $23\div 29\text{ мкм}$ , а CWP –  $0,7\div 1,9\text{ кг/м}^2$ , а среднее  $26\text{ мкм}$  и  $1,3\text{ кг/м}^2$  соответственно.

На рис. 1 представлены изменения значений, соответствующих 5-, 25-, 50-, 75- и 95-перцентилем, основных характеристик МКК за 2010–2019 гг.

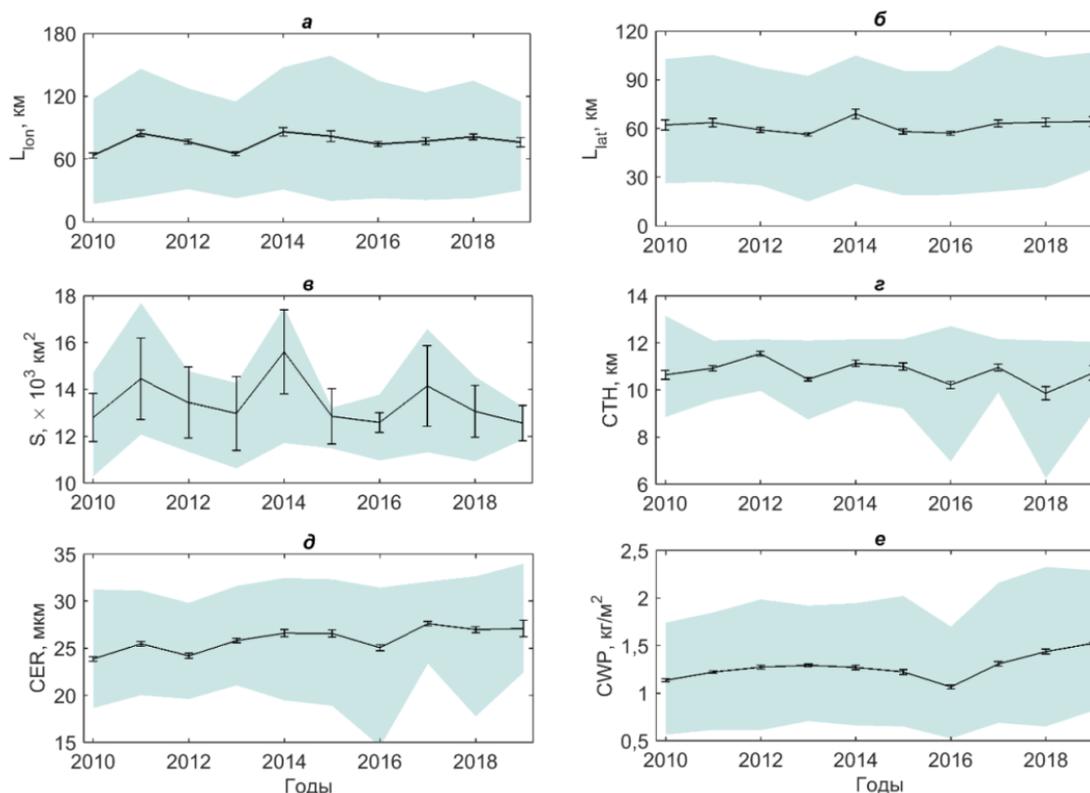


Рисунок 1 – Изменчивость характеристик МКК (кривая – средние значения, полигон с заливкой – область значений от 25 до 75 перцентиля) за период 2010–2019 гг.

Анализ временной изменчивости исследуемых характеристик МКК показал следующее. За десятилетний период  $L_{lat}$  и  $L_{lon}$  имеют незначимый рост. Площадь и высота верхней границы МКК не претерпевают значимых изменений. Изменчивость CER и CWP характеризуется значимым ростом. В 2013, 2016 и 2018 гг. отмечаются минимальные значения во многих характеристиках МКК, а для 2011, 2014 и 2017 гг., в целом, характерны максимальные значения. Тем самым прослеживается двухлетняя цикличность в изменчивости характеристик МКК на юге Западной Сибири в течении рассматриваемого периода.

Исследования поддержаны грантом Президента РФ (МК-489.2020.5).

#### Литература

1. Chernokulsky A.V., Bulygina O.N., Mokhov I.I. Recent variations of cloudiness over Russia from surface daytime observations // Environ. Research Letters. – 2011. – V. 6, № 3. – P. 035202.
2. Вельтищев Н.Ф., Степаненко В.М. Мезометеорологические процессы. – М.: МГУ, 2006. – 101 с.
3. Maddox R.A. 1980. Mesoscale convective complexes // Bull. Am. Meteorol. Soc., 61. – p.1374-1387.
4. Houze R.A. Cloud Dynamics, 2nd Edition// Volume 104. – New York–London: Academic Press, 2014. – 496 pp.
5. Velasco, I., J.M. Fritch: Mesoscale convective complexes in the Americas//J.Geoph. Res.V.93,No.D8,1987.–p. 9561-9613.
6. Кошикова Т.С., Жукова В.А., Кужевская И.В. Оценка параметров мезомасштабных конвективных комплексов на основе спутниковых и аэрологических данных // Геосферные исследования. 2019. №2. С.86-97
7. EOSDIS Worldview – URL: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>.
8. LAADS Web – URL: <http://ladsweb.nascom.nasa.gov/>.

## **The study of mesoscale convective complexes over the south of Western Siberia**

**Koshikova T.S.<sup>1</sup>, Pustovalov K.N.<sup>2</sup>, Zhukova V.A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the RAS,  
Tomsk, Russia, tkoshikova@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the RAS,  
Tomsk, Russia,*

<sup>3</sup> – *National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Abstract. A study of the main characteristics describing the mesoscale convective complex (MCC) in the south of Western Siberia for the period 2010–2019 was carried out. The assessment was carried out on the basis of 462 cases of the passage of the MCC over the study area.

Key words: deep convection system, Western Siberia, spectroradiometer MODIS.

## Особенности климатических изменений в условиях освоения газовых месторождений северо-запада Сибири

Кошкина А.С.<sup>1</sup>, Топтунова О.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт-Петербург, Россия, koshkinapost@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт-Петербург, Россия, olgakolp@yandex.ru*

Аннотация. Представлены результаты исследования климатических изменений в северо-западной Сибири. В работе представлены аномалии среднегодовой температуры и суммы осадков, рассчитанные относительно базового периода и периода новой оперативной нормы, тенденции изменения многолетнего хода климатических параметров, влияние на изменение климата форм атмосферной циркуляции.

Ключевые слова: Изменение климата, климат Арктики, климат Сибири, циркуляция атмосферы.

Материалами для выполнения работы послужили открытые данные многолетних наблюдений ГУ ВНИИГМИ-МЦД.

Данный анализ позволил выявить некоторые климатические изменения, наблюдающиеся на территории стратегически важного региона России, северо-запада Сибири.

Для станций Салехард, Амдерма, Моррасале, Антипаюта, Мыс Константиновский, Мыс Каменный, Нарьян-Мар, Хоседа-Хард, Новый Порт, Халясавэй и Толька, т.е. района, где ведется активный газовый промысел, рассчитаны новые оперативные нормы температуры и сумм осадков для периода 1981-2010 гг. и их изменение относительно норм базового периода, 1961-1990. В целом отмечено повышение температуры по всей территории, в среднем согласно расчетам норма температуры повысилась на 0,6 °С. На графиках хода среднегодовых температур для взятых станций также отмечена общая тенденция к повышению.

При анализе построенных карт географического распределения аномалий температуры по взятой территории отмечено более значительное изменение температуры в западной части региона, на основе анализа повторяемости форм циркуляции по Вангенгейму-Гирсу сделан вывод о циркуляционном характере изменения климата.

На примере анализа данных города Салехарда показаны изменения в режиме температуры и осадков, где отмечена общая тенденция к повышению, а также изменение в равномерности распределения сумм осадков по месяцам.

Также на основе данных Салехарда проанализирован многолетний ход годовых аномалий указанных величин, рассчитанных относительно базового периода. Отмечено начало преобладания положительных аномалий с 80-х годов, а также увеличение значений и частоты аномалий.

### Литература

1. Global Biogeochemical Cycles ([http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)2169-9402](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)2169-9402)).
2. Robert M. Graham, Lana Cohen, Alek A. Petty, Linette N. Boisvert, Annette Rinke, Stephen R. Hudson, Marcel Nicolaus, Mats A. Granskog. Article Title Increasing frequency and duration of Arctic winter warming events (<http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1002/2017GL073395/>) 2017.
3. Д.г.н Анисимов О.А., Жильцова Е.Л., Канд. ф-м.н. Захарова О.К. Формы атмосферной циркуляции и распределение аномалий температуры воздуха и осадков: анализ для среднеазиатского региона и возможности прогноза. 2009.
4. Барашкова Н.К., Кружевская И.В., Поляков Д.В. Классификация форм атмосферной циркуляции. 2015.
5. Топтунова О.Н., Анискина О.Г. Изменения циклонических режимов северного и южного полушария в условиях меняющегося климата // Научный журнал КубГАУ – 2015 - №114(10). с.14-20.

## **Climatic changes feature in the development of gas fields in the Siberia's north-west**

**Koshkina A. <sup>1</sup>, Toptunova O. <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, koshkinapost@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, olgakolp@yandex.ru*

Abstract: It was presented the results of climate changes research in northwestern part of Siberia based on 11 weather stations data. The paper presents anomalies of the average annual temperature and the amount of precipitation calculated for the base period and the period of the new operative norm, course of trends in climatic parameters, the impact of atmospheric circulation on climate change.

Key words: Atmospheric circulation, climate change, Arctic climate

## Современные подходы решения вопросов модернизации наблюдательной сети на территории СНГ на примере Армении

Крылов А.Г., Шумихина А.В., Машталер О.В., Колбин В.А.

ООО «МикроСтеп-МИС», г. Санкт-Петербург, Россия, [info.russia@microstep-mis.com](mailto:info.russia@microstep-mis.com)

Рассматриваются решения, направленные на снижение ущерба от опасных явлений погоды путем повышения потенциала гидрометеорологических служб на примере модернизации гидрометеорологической службы Армении.

Ключевые слова: изменение климата, наблюдательная сеть, гидрометеорологическая служба, опасные явления погоды

Согласно Национальному сообщению Армении об изменении климата [1], страна испытывает экстремальную изменчивость погоды и климата, что приводит к негативным воздействиям на общество и экономику страны от весенних заморозков, наводнений, селей, засух, града и сильных ветров. Подчеркивая важность снижения ущерба, связанного с метеоусловиями для различных секторов экономики, в частности, сельского хозяйства, правительство Армении подготовило меры по повышению устойчивости страны к рискам, связанным с климатом. Ключевым условием для надлежащего планирования и упреждающих действий, направленных на сокращение потерь и ущерба является хорошо работающая национальная гидрометеорологическая служба. В целях улучшения планирования и программирования адаптации к изменению климата в Армении за счет повышения потенциала национальных служб гидрометеорологических наблюдений и предупреждений несколькими международными организациями были подготовлены два крупных проекта:

- «Повышение устойчивости Армении к изменению климата посредством модернизации Гидрометеорологической службы Армении» от Программы развития ООН (ПРООН) [2];
- «Водная инициатива Европейского союза для Восточного партнерства» от Европейского Союза (ЕС) [3].

Компания MicroStep-MIS (МикроСтеп-МИС) [4], имеющая большой международный опыт в реализации проектов в сфере гидрометеорологии, зарекомендовала себя как надёжный партнер во многих Национальных Гидрометеорологических службах. MicroStep-MIS приняла участие в тендерах, в результате которых были заключены соглашения на поставку комплексных решений для укрепления технического и профессионального потенциала Гидрометеорологической службы Армении в целях улучшения подготовки прогнозов погоды и предупреждений об опасных явлениях погоды.

В рамках проектов ПРООН и ЕС были подготовлены основные шаги, направленные на модернизацию Гидрометеорологической службы Армении (НГМС Армении), а именно:

1. Улучшение и модернизация системы гидрометеорологических наблюдений и прогнозирования – повышение технического оснащения НГМС. Обучение методам наращивания потенциала НГМС и использование передовых технологий будет организовано в партнерстве с российскими экспертами из Росгидромета и других соответствующих учреждений.
2. Улучшение инфраструктуры гидрометеорологических наблюдений и предупреждений – реабилитация сетей метеорологических и гидрологических наблюдений, проектирование сетей наблюдений и программа технического обслуживания.

В различных районах страны в общей сложности были установлены 6 гидрологических и 23 автоматических метеорологических станций. Все гидрометеорологические станции интегрированы в единую сеть, что позволит вести наблюдение, собирать и отправлять единую информацию в реальном времени и прогнозировать опасные явления.

3. Усиление механизмов предоставления гидрометеорологического обеспечения и раннего предупреждения за счет обновления и унификации системы управления данными для анализа и

распространения всех входящих и исходящих данных, связанных с прогнозированием. Были разработаны операционные процедуры для обеспечения раннего предупреждения об опасных явлениях, а также создана интегрированная система управления данными, связанных с бедствиями, включая надлежащую регистрацию гидрометеорологических чрезвычайных ситуаций и формирование статистики данных, в т.ч. исторические данные, а также спецификации для моделей прогнозирования и анализа. Все эти задачи были реализованы в полноценной единой системе сбора и хранения данных UDSC/CLDB и с помощью современных коммуникационных технологий был создан веб-портал для облегчения доступа ко всем необходимым данным и ресурсам.

Дополнительной немаловажной задачей в модернизации гидрометеорологической сети является решение проблемы отказа от оборудования, содержащего ртуть. В рамках Минаматской конвенции по ртути, разработанной под эгидой Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) [5], Армения приняла на себя ряд обязательств, в том числе по замене оборудования, связанного с ртутью. Проведены консультации относительно замены ртутных термометров и барометров-анероидов на цифровые аналоги.

Вопрос с изменением климата тесно связан с задачей противодействия граду на территории Армении. Этот вопрос стоит остро уже не одно десятилетие и по официальной статистике Министерства экономики Армении [6], только за последние три года ущерб фермерским хозяйствам от града достиг более 50 миллиардов драмов (около 110 миллионов долларов). Одним из ключевых факторов успешного противодействия граду является наличие специализированных высокоточных средств измерений – метеорологических радаров, которые позволяют своевременно обнаруживать поля облачности с ливнями, грозой и градом. В настоящее время существует проблема, связанная с плохим покрытием территории радарными из-за неоднородности рельефа. Для решения этой задачи обсуждается вопрос использования сети из нескольких малогабаритных радаров, позволяющих нивелировать разницу в рельефе и обеспечить высокое покрытие для оперативного прогноза опасных явлений, связанных с конвекцией. Данное решение более продуктивно, чем использование одного радара с высокой дальностью обнаружения.

#### Литература

1. [www.arnap.am](http://www.arnap.am)
2. [www.undp.org](http://www.undp.org)
3. [www.euneighbours.eu](http://www.euneighbours.eu)
4. [www.microstep-mis.ru](http://www.microstep-mis.ru)
5. [www.mercuryconvention.org](http://www.mercuryconvention.org)
6. [www.mineconomy.am](http://www.mineconomy.am)

#### **Modern approaches to solving the issues of modernizing the meteorological observation network in the CIS on the example of Armenia**

**Krylov A.G., Shumikhina A.V., Mashtaler O.V., Kolbin V.A.**

*«MicroStep-MIS» LLC, Saint-Petersburg, Russia, [info.russia@microstep-mis.com](mailto:info.russia@microstep-mis.com)*

Solutions aimed at reducing damage from hazardous weather phenomena by increasing the potential of hydrometeorological services are considered on the example of modernizing the hydrometeorological service of Armenia.

Key words: climate change, meteorological observation network, hydrometeorological service, hazardous weather phenomena

## Сезонное малопараметрическое представление вертикальных профилей температуры в Якутии

Кузнецов А.Д., Симакина Т.Е.<sup>1</sup>, Сероухова О.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, РФ, simakina.tatiana. @gmail.com

Аннотация. Выполнено малопараметрическое представление вертикальных профилей температуры в Якутии на основе использования естественных ортогональных составляющих, рассчитанных по результатам зондирования аэрологической станции Жиганск за 2018 год.

Ключевые слова: вертикальные профили температуры, корреляция, естественные ортогональные составляющие.

Одним из методов модельного представления параметров состояния атмосферы, адекватного определенному месту, времени года, слою атмосферы и т.д., является разложение рядов метеорологических элементов на естественные ортогональные составляющие (ЕОС). ЕОС, используемые в качестве параметров классификации, могут быть основой объективной классификации климатов и климатического районирования территории [1]. Корреляционные матрицы вертикальных профилей метеорологических величин и рассчитанные на их основе ЕОС используются для реализации проекционного метода и метода статистической регуляризации при решении обратных задач атмосферной оптики [2].

В работе выполнено исследование вертикальной структуры сезонных полей температуры в Якутии (станция Жиганск) за 2018 г. на основе расчета корреляционных матриц и полученных на их основе ЕОС.

Вертикальные профили коэффициентов корреляции температуры между уровнями во всей толще атмосферы Якутии от 100 гПа до 1000 гПа представлены на рис. 1.

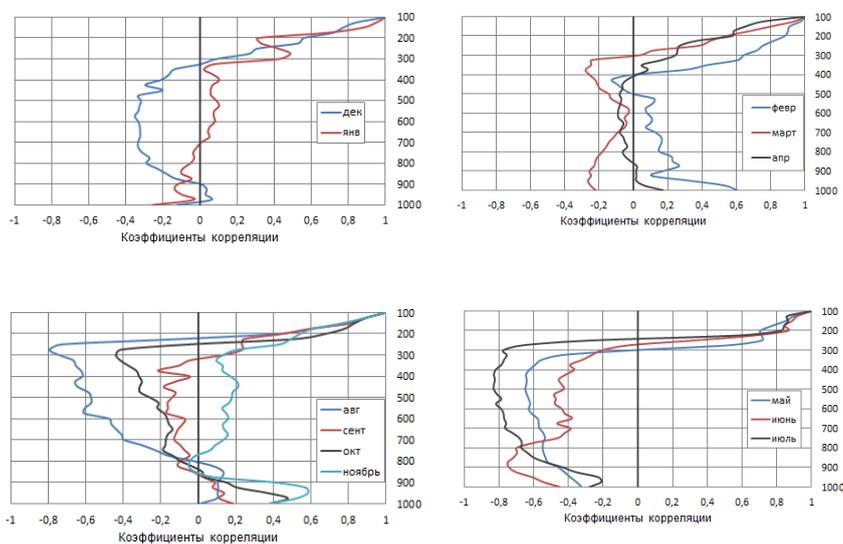


Рисунок 1 – Профили межуровневых коэффициентов корреляций температуры

Межуровневые корреляционные связи температуры быстро ослабевают с увеличением расстояния между коррелируемыми уровнями, т.е. с понижением высоты и принимают нулевые значения на уровне 250-400 гПа. Далее корреляционные профили ведут себя по-разному в зависимости от сезона. Выделены 4 периода по тенденции вертикальных профилей межуровневых коэффициентов корреляций температуры: холодный, теплый и два переходных – рис. 1. В теплый период, включающий май, июнь и июль, наблюдается заметная теснота вертикальных

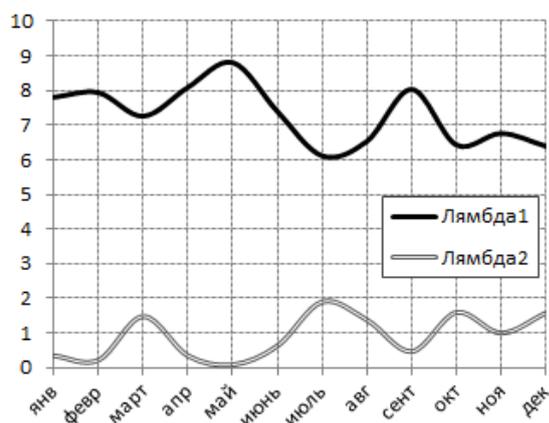
корреляционных связей температуры. Как в пограничном слое атмосферы, так и в свободной атмосфере до высот 250 гПа прослеживается существенная отрицательная межуровневая связь: коэффициенты корреляции принимают значения  $-0,4 \div -0,8$ . В теплый период над Центральной Якутией устанавливается малоградиентное поле низкого давления. В холодный период, состоящий из декабря и января, коэффициенты корреляции близки к нулю, межуровневые связи слабые вплоть до высот 300 гПа. В этот период в Якутии под влиянием Сибирского антициклона происходит длительное радиационное выхолаживание, высокое атмосферное давление и низкие температуры формируют малооблачную безветренную погоду, воздух характеризуется чрезвычайной устойчивостью, мощными и продолжительными приземными инверсиями. Переходные периоды характеризуются ростом силы межуровневой связи в нижнем слое атмосферы, вплоть до значений коэффициентов корреляции  $+0,6$  в ноябре и феврале.

Результаты расчета первых двух собственных чисел и процент объясненной дисперсии первым, двумя и тремя собственными векторами приведены в табл. 1, на рис. 2 - годовой ход первых двух собственных чисел.

Таблица 1 – Первые два собственных числа и процент объясненной дисперсии

| Месяц    | $\lambda_1$ | $\lambda_2$ | p1   | p1+ p2 | p1+ p2+ p3 |
|----------|-------------|-------------|------|--------|------------|
| Январь   | 7,80        | 0,35        | 94,7 | 99,1   | 99,6       |
| Февраль  | 7,94        | 0,22        | 96,4 | 99,1   | 99,9       |
| Март     | 7,25        | 1,48        | 80,2 | 98,7   | 99,5       |
| Апрель   | 8,09        | 0,35        | 94,7 | 99,1   | 99,6       |
| Май      | 8,81        | 0,09        | 98,7 | 99,8   | 99,9       |
| Июнь     | 7,39        | 0,63        | 91,1 | 99,0   | 99,9       |
| Июль     | 6,11        | 1,90        | 74,5 | 97,1   | 99,0       |
| Август   | 6,53        | 1,38        | 81,8 | 98,9   | 99,7       |
| Сентябрь | 8,03        | 0,47        | 93,7 | 99,6   | 99,9       |
| Октябрь  | 6,43        | 1,60        | 80,0 | 99,0   | 99,5       |
| Ноябрь   | 6,76        | 1,00        | 83,2 | 94,3   | 99,1       |
| Декабрь  | 6,39        | 1,58        | 79,4 | 99,2   | 99,9       |

Рисунок 2 – Сезонный ход первых двух собственных чисел



Анализ собственных векторов и собственных чисел корреляционных матриц температуры позволил установить, что

- первые и вторые собственные векторы имеют сезонную цикличность с небольшой амплитудой. Причем в полугодие от января по июнь величины первых собственных чисел корреляционных матриц температуры несколько больше ( $7-9(^\circ\text{C})^2$ ), чем во второе ( $6-8(^\circ\text{C})^2$ )

- разложение вертикальных профилей температуры по ЕОС обладают достаточно высокой сходимостью, поскольку на первый собственный вектор корреляционных матриц приходится не менее 74%, а на три первых собственных вектора – не менее 99% суммарной дисперсии.

Таким образом, временная устойчивость первых двух собственных векторов корреляционных матриц температуры и их значительный вклад в общую дисперсию представляют широкие возможности для существенного уплотнения аэрологической информации о высотном распределении температуры для такого северного региона, как Якутия.

### Литература

1 Комаров В.С., Ломакина Н.Я. Статистические модели пограничного слоя атмосферы Западной Сибири – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2008 - 221 с.

2. Киселев В.Н., Кузнецов А.Д., Розанов В.В., Тимофеев Ю.М. Математическое обеспечение автоматизированной обработки данных аэрологических наблюдений, выполненных с помощью зарубежных измерительных систем // Л., изд. ЛГМИ, 1089 – 106 с.

## **Seasonal low-parameter representation of vertical temperature profiles in Yakutia**

**Kuznetsov A.D., Serouhova O.S., Simakina T.E.**

*RSHU, St.-Petersburg, Russia,*

*simakina.tatiana.@gmail.com*

Abstract. A low-parameter representation of vertical temperature profiles in Yakutia is performed based on natural orthogonal components (EOS) calculated from the results of sounding the Zhigansk aerological station for 2018.

Key words: vertical temperature profiles, correlation, natural orthogonal components

## Исследование влияния Санкт-Петербурга на распределение приземной температуры и осадков по данным многолетних измерений

Ладохина Е. М.<sup>1</sup>, Рубинштейн К. Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Гидрометеорологический  
научно-исследовательский центр  
Российской Федерации, г. Москва, Россия;  
ladohina@meteo.nw.ru

Проанализированы ряды срочных метеорологических наблюдений за температурой воздуха и количеством выпавших осадков в Санкт-Петербурге и на пригородных станциях за период 1994–2018 гг. Выработан критерий поиска интенсивных тепловых возмущений, учитывающий влияние температуры каждой пригородной станции на среднюю фоновую температуру за пределами большого города. Исследовано влияние города на распределение количества выпавших осадков на пригородных территориях.

*Ключевые слова:* тепловое возмущение мегаполиса, антропогенное воздействие, пространственная интерполяция данных наблюдений, градиентный бустинг, распределение количества осадков

Первые работы по исследованию городского острова тепла (ОТ) были опубликованы более века назад и основаны на исследовании данных наземных измерений со станций. С развитием вычислительной техники и появлением спутниковой метеорологии появились новые подходы к исследованию особого теплового, влажностного и ветрового режимов мегаполиса. Особенно актуальным на данный момент является привлечение гидродинамических моделей для анализа и прогноза погодных возмущений большого города. Тем не менее, исследование ОТ по данным стационарных измерений, является важным этапом на пути создания адекватной гидродинамической модели прогноза погоды, поскольку результаты полученные в ходе такого исследования применимы как при валидации прогностических полей, так и при задании конфигурации модели.

Методы исследования.

**Температура.** В большинстве исследований теплового влияния мегаполиса по данным измерений за проявление городского «острова тепла» принимают положительную разность температуры между центральной частью города и его пригородами. Однако неоднородности в поле температуры на территории города могут возникать не только в результате антропогенного воздействия, но и по естественным причинам. Возникновение ситуаций, при которых вариации температуры воздуха из-за особенностей микроклимата и орографии местности ошибочно принимают за проявление антропогенного воздействия [1], усложняет проблему выделения из множества факторов, определяющих пространственные изменения температуры воздуха, воздействия именно городской среды.

Для исследования ОТ были проанализированы срочные данные с 15 метеорологических станций Ленинградской области помимо Санкт-Петербурга, длина рядов с которых составляет порядка 73000 значений. Было выявлено наличие теплового возмущения на территории Санкт-Петербурга, количественно согласующееся с исследованиями предыдущих лет. Для установления преобладающего воздействия, вызвавшего рост температуры, были использованы две методики оценки нарушений естественного климатического режима: метод разностей и полуэмпирическая модель интерполяции [2]. Наличие двух методик, позволило выработать комбинированный критерий оценки интенсивности ОТ по данным многолетних измерений, компенсирующий недостаток метода разностей. Введение комбинированного критерия позволило отфильтровать микроклиматические колебания температуры воздуха и задействовать все имеющиеся данные с пригородных станций для учета их вклада в среднюю фоновую температуру за пределами мегаполиса.

**Осадки.** Помимо воздействия мегаполиса на температуру воздуха, большой город также

оказывает влияние на распределение количества осадков на близлежащих территориях. Согласно [3], увеличение количества осадков может наблюдаться на подветренной стороне города, на расстоянии 20-40 км, за счет конвективных процессов над мегаполисом, поднимающих водяной пар и ядра конденсации на высоту, достаточную для достижения каплями размеров, при которых происходит их выпадение на землю, и смещения получившихся масс под воздействием основного переноса. Для проверки данной гипотезы, была проведена процедура восстановления данных о суточных суммах осадков на выбранных станциях методом градиентного бустинга. Пригородные станции были поделены на две группы: в первую входили пункты, расположенные на расстоянии менее 50 км от центра Санкт-Петербурга; во вторую – более 50 км. На основе результатов восстановления данных были построены графики временного хода разностей годовых сумм осадков между центром мегаполиса и пригородной станцией. При рассмотрении пар станций расположенных по направлению переноса (с запада на восток), наблюдается рост количества осадков в подветренной по отношению к Санкт-Петербургу 50-километровой зоне, и их спад при удалении на восток от центра мегаполиса на расстояние более 100 км.

Результаты.

Получены количественные оценки антропогенного теплового возмущения, на основании которых найдены временные периоды ярко выраженного проявления феномена ОТ на территории Санкт-Петербурга: позднезимний и ранневесенний периоды. Подтверждено влияние большого города на распределение количества осадков: наблюдается их увеличение в 50-километровой подветренной зоне мегаполиса. Результаты данной работы будут использованы в качестве контрольной информации для валидации системы краткосрочного прогноза погоды в Санкт-Петербурге с помощью гидродинамической модели.

#### Литература

1. Демин В.И., Козелов Б.В., Елизарова Н.И., Меньшов Ю.В. Влияние микроклимата на точность оценки городского «острова тепла» // Труды ГГО. 2017. № 584. С. 74-93.
2. Менжулин Г.В., Павловский А.А. Комплексная методика расчета и оценки нарушений естественного климатического режима в мегаполисе Санкт-Петербург // Ученые записки Российского гос. гидрометеоролог. ун-та. 2016. № 43. С. 154–173.
3. Оке Т.Р. Климаты пограничного слоя. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 360 с.

### **Study of the impact of St. Petersburg on the distribution of air temperature and precipitation rate according to multi-year measurements**

**Ladohina E. M.<sup>1</sup>, Rubinshtein K. G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Hydrometeorological Research Center of Russian Federation, Moscow, Russia;*  
*ladohina@meteo.nw.ru*

The series of regular meteorological observations of air temperature and the amount of precipitation at St. Petersburg and suburban stations for the period 1994–2018 have been analyzed. The criterion of intensive heat disturbances, which includes the influence of the temperature of each suburban station on the average background temperature outside the large city has been developed. The influence of the city on the distribution of precipitation in the suburban areas has been investigated.

Keywords: metropolis heat disturbance, anthropogenic impact, spatial interpolation of regular meteorological observations, gradient boosting, rainfall distribution

## Воспроизведение арктического усиления в различных базах данных

Латонин М.М.<sup>1,2</sup>, Бобылев Л.П.<sup>2</sup>, Башмачников И.Л.<sup>1,2</sup>, Дэви Р.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия,  
*mikhail.latonin@gmail.com*

<sup>2</sup> – Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени  
Нансена, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> – Центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена, г. Берген,  
Норвегия

Аннотация: В данном исследовании изучено, насколько хорошо различные базы данных показывают известные в 20-м и 21-м столетиях периоды арктического усиления. Сделано предположение о причинах плохого выявления арктического усиления климатическими моделями.

Ключевые слова: Арктика, потепление климата, климатические модели, приземная температура воздуха, долгосрочная изменчивость климата, арктическое усиление, внешние воздействия.

Арктическое усиление – одно из ключевых явлений климатической системы Земли и является региональным проявлением полярного усиления в Северном полушарии. В настоящий момент наблюдается ускоренный рост приземной температуры воздуха в Арктике по сравнению с глобальным средним для Северного полушария или всего Земного шара. Главная цель данного исследования – оценить, насколько хорошо воспроизводится арктическое усиление в базах данных, полученных различными способами: интерполированные данные наблюдений (GISTEMP v4, Berkeley Earth, NansenSAT и HadCRUT4), модельные результаты с ассимиляцией данных наблюдений (реанализы, такие как ERA-20C, JRA-55, ERA-Interim) и выходные данные глобальных климатических моделей из международного проекта CMIP. Способности климатических моделей воспроизводить известные по данным наблюдений периоды арктического усиления отводится особое внимание, включая потепление 1920-1940 гг. и похолодание 1960-1970 гг. Для проведения оценок были рассчитаны метрики арктического усиления, основанные на сравнении аномалий приземной температуры воздуха в Арктическом регионе и Северном полушарии.

Показано, что все базы данных наблюдений воспроизводят в 20-м и 21-м столетиях три периода арктического усиления: положительную фазу в 1920-1940 гг., отрицательную в 1960-1970 гг. и современную положительную, которая началась в начале 80-х годов прошлого столетия и продолжается до сих пор. При этом, потепление в начале 20-го века существенно недооценивается в данных реанализа, но для двух других периодов наблюдается хорошее согласование. Климатические модели в историческом эксперименте, включающем в себя как естественные, так и антропогенные внешние воздействия, успешно выявляют только современный период арктического усиления, который во многом связан с внешними радиационными воздействиями. Предположительно это связано с тем, что модели некорректно воспроизводят некоторые процессы долгосрочной естественной изменчивости климата. Явление арктического усиления отсутствует в доиндустриальном контрольном эксперименте, что говорит о важности внешних воздействий для его возникновения в современный период.

## **Reproduction of Arctic amplification in the different databases**

**Latonin M.M.<sup>1,2</sup>, Bobylev L.P.<sup>2</sup>, Bashmachnikov I.L.<sup>1,2</sup>, Davy R.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, mikhail.latonin@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Nansen International Environmental and Remote Sensing Centre, Saint Petersburg, Russia*

<sup>3</sup> – *Nansen Environmental and Remote Sensing Centre, Bergen, Norway*

**Abstract:** In this study, it is examined how well various databases show known periods of Arctic amplification in the 20th and 21st centuries. An assumption is made about the causes of poor identification of Arctic amplification by climate models.

**Keywords:** the Arctic, climate warming, climate models, surface air temperature, long-term climate variability, Arctic amplification, external forcings.

## Анализ условий образования обледенения в районе прогнозирования АМЦ Пулково

Лисицына Е.А.,<sup>1</sup> Волобуева О.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, ritz\_kate@mail.ru

<sup>2</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, ovvolobueva@rshu.ru

**Аннотация.** В работе проведен анализ условий образования обледенения с целью повышения качества метеорологического обеспечения полетов воздушных судов в районе ответственности АМЦ Пулково.

**Ключевые слова:** Авиационная метеорология; обледенение, метеорологическое обеспечение, актуальность.

*Обледенением* называется отложение льда на обтекаемых частях самолетов и вертолетов, а также на силовых установках и внешних деталях специального оборудования при полете в облаках, тумане или мокром снеге. Обледенение возникает в том случае, если в воздухе на высоте полета имеются переохлажденные капли, а поверхность воздушного судна имеет отрицательную температуру [1].

Обледенение может возникать, как при взлете-посадке, также и на протяжении всего полета. Ему подвержены все типы воздушных судов. Авиационные метеорологи озабочены этой проблемой, обледенение достаточно сложно спрогнозировать.

Обледенение - одно из наиболее опасных метеорологических явлений, от которого в значительной мере зависит безопасность и регулярность полетов самолетов и вертолетов [2]. Сильное обледенение может привести к авиационному происшествию. На регулярных авиалиниях стран - членов ИКАО неоднократно фиксировались аварии транспортных самолетов из-за обледенения при посадке в сложных метеорологических условиях. Поэтому совершенно очевидно, что проблема обледенения воздушных судов привлекает внимание специалистов самого различного профиля: от аэродинамики до метеорологии и эксплуатации авиационной техники.

В своей работе я проанализировала годовой ход случаев обледенения над АМЦ Пулково за 2015-2017 гг. Также рассмотрены типовые синоптические ситуации, при которых чаще всего наблюдалось обледенение [3, 4]. Наиболее частые синоптические ситуации: циклон, теплый фронт, размытое барическое поле, ложбина и антициклон. Далее будут рассмотрены методы прогнозирования обледенения.

### Литература

1. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. 2009. С. 116-138.
2. Богаткин О.Г. Информационно-справочная книга авиационного метеоролога, книга 1 и 2. 2010. С. 625.
3. Овчаренко Ю.Ю., Волобуева О.В. Полеты воздушных судов в условиях атмосферной турбулентности и обледенения на аэродроме Красноярск (Емельяново). Сборник научных статей по материалам V Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 93-97.
4. Хандожко Л.А., Петрова М.В., Волобуева О.В. Практическая реализация метода оценки экономической полезности авиационных прогнозов. Метеоспектр, 2008. № 1 С. 63-68.

## **Analysis of the conditions of icing formation in the forecasting area of AMC Pulkovo**

**Lisitsyna E.A.,<sup>1</sup> Volobueva O.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, ritz\_kate@mail.ru*

<sup>2</sup> – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, ovvolobueva@rshu.ru*

**Abstract:** Analysis of the conditions of education in order to improve the quality of meteorological support for aircraft flights in the area of responsibility of AMC Pulkovo.

**Keywords:** aviation meteorology, icing, meteorological support, relevance.

## Проявление современного изменения климата на региональном уровне

**В.А. Лобанов, С.А. Маммедов, Ж.К.Наурозбаева, А.А.Григорьева**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, г.Санкт-Петербург,  
Россия*

*lobanov@EL6309.spb.edu*

Аннотация. Глобальная температура увеличилась с начала 20-го века на  $0,8^{\circ}\text{C}$ , что представляется в виде монотонного тренда. Вместе с тем изменения климатических характеристик в разных регионах Земли проявляются по-разному и для их оценки разработаны методы и даны примеры.

Ключевые слова. Глобальное и региональное изменение климата, статистические методы и модели, примеры проявления.

Общеизвестно, что глобальная температура воздуха монотонно увеличивается с середины 19 века и особенно интенсивно стала расти с 1980х годов, что сформировало ее общий прирост в  $0,8-1,2^{\circ}\text{C}$ . Вместе с тем принципиальное значение имеет вид динамики во времени. Обычно временной ряд глобальной температуры аппроксимируют нелинейным трендом, что вполне соответствует гипотезе об атмосфере как равновесной системе. Тогда монотонный рост температуры вполне объясним монотонным ростом концентрации  $\text{CO}_2$  и других парниковых газов. Вместе с тем возможен и другой подход, основанный на концепции триггерного механизма и переходе климатической системы из одних квазистационарных состояний в другие. На рис.1 показан вариант аппроксимации ряда глобальной температуры моделью ступенчатых изменений, на основании которого в этой комплексной климатической характеристике выделяется несколько однородных периодов.

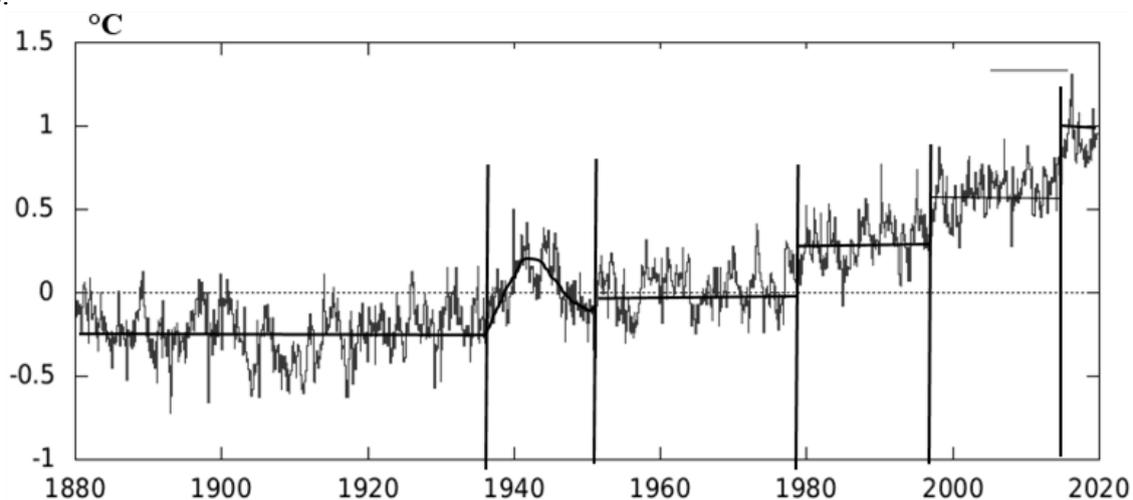


Рисунок 1 – Аппроксимация ряда глобальной температуры в отклонениях от нормы моделью ступенчатых изменений.

Если же перейти от глобального масштаба к региональному, то триггерный механизм климатических изменений проявляется еще нагляднее. На рис.2 приведены графики изменений среднегодовой температуры и речного стока для территории России, в которых можно выделить два квазистационарных периода: до и после 1987 г.

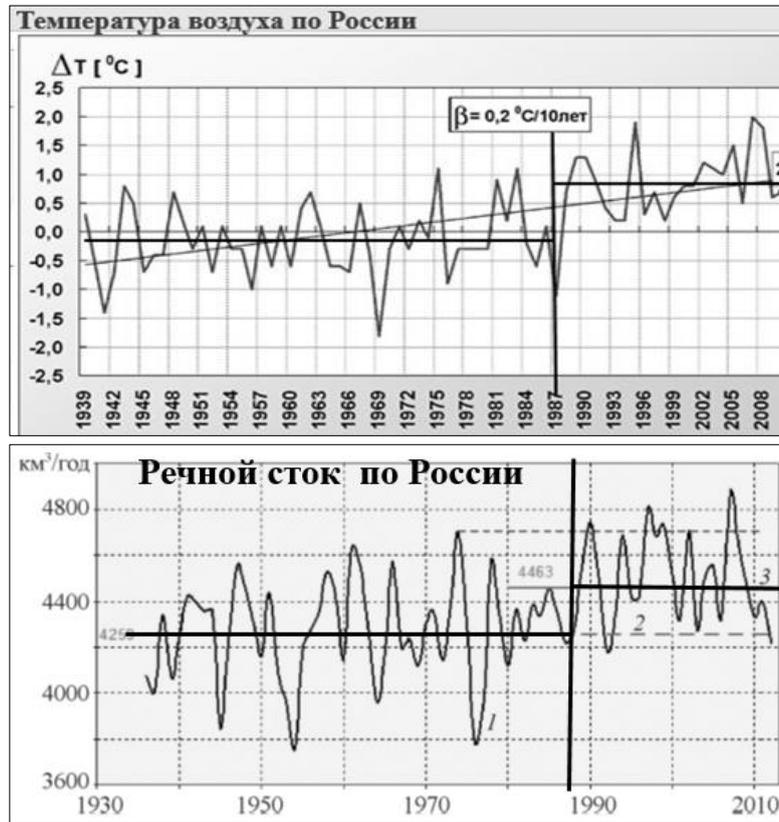


Рисунок 2 –Выделение квазистационарных периодов в рядах температуры и речного стока на территории России.

Для рядов наблюдений за температурой воздуха на отдельных метеостанциях переход от одного стационарного режима к другому, который произошел в конце 1980х является практически единственным за всю историю многолетних аблюдений, как показано на рис.3 (слева) для ряда среднегодовых температур на метеостанции Кострома с 1840 года.

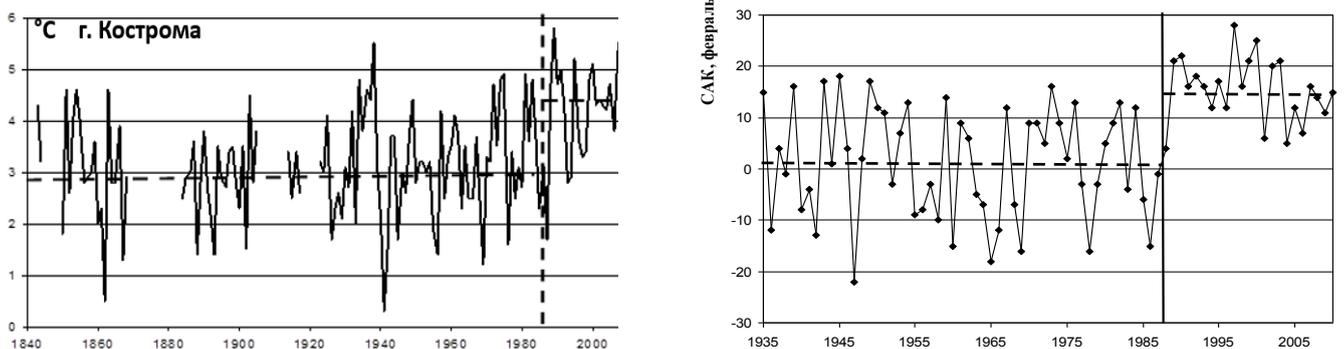


Рисунок 3 – Ступенчатый рост среднегодовой температуры на метеостанции Кострома (слева) и индекса Северо-Атлантического колебания в феврале (справа)

Исследование рядов отдельных месяцев показало, что такие ступенчатые переходы имеют место не во все месяцы, а только в феврале, марте и апреле. Поэтому к полученным результатам на основании пространственно-временных осреднений надо относиться осторожно, так как осреднения являются своеобразным математическим фильтром, который отфильтровывает существенные случайные колебания и выделяет далеко не всегда значимые нестационарности.

Полученный ступенчатый рост температуры в конце 1980х наблюдается как на метеостанциях на территории Европы, так и в азиатской части России вплоть до Якутии. Установлено, что причина

такого потепления, и особенно в холодный период, связана со ступенчатым ростом индекса Северо-Атлантического колебания (САК), как показано на рис.3 (справа) для февраля, который произошел также в конце 1980х. Индекс САК характеризует нормированную разность давления между двумя основными центрами действия атмосферы в северной части восточного полушария: исландским минимумом и азорским максимумом. В случае роста САК, что проявилось в период с января по апрель, западный перенос усиливается и теплые воздушные массы с Атлантики проникают как на европейский, так и на азиатский континенты.

Для оценки эффективности предлагаемой модели ступенчатых изменений, по сравнению со стационарной моделью временного ряда и моделью тренда, разработаны соответствующие статистические методы и критерии. Преимущество модели ступенчатых изменений показано в разных районах Земли и для разных как климатических характеристик, так и для разных климатических индикаторов: температура почвы, характеристики ледового режима рек и морей, естественные лесные пожары, речной сток и другие.

Получен вывод, что проявление современного изменения климата на региональном уровне обусловлено резкой сменой типов атмосферной циркуляции в конце 1980х, что повлияло на климатические характеристики, по крайней мере, в северной части восточного полушария.

### **The manifestation of modern climate change at the regional level**

*V.A. Lobanov, S.A. Mammedov, Zh.K. Naurozbaeva, A.A. Grigorjeva*

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, lobanov@EL6309.spb.edu*

Abstract. Global temperature has increased since the beginning of the 20th century by 0.8°C, which is represented as a trend. At the same time, changes in climatic characteristics in different regions of the Earth are manifested in different ways and methods have been developed and examples given.

Key words. Global and regional climate change, statistical methods and models, examples of manifestation.

## **Проблемы гидрометеорологического обеспечения субъектов хозяйства Республики Беларусь в условиях неустойчивого климата**

**Лопух П.С., Гледко Ю.А., Давыденко О.В., Логинова Е.В., Ван Хао**  
*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь,  
lopuch49@mail.ru, gledko74@mail.ru*

Аннотация. Рассматриваются результаты исследований в области гидрометеорологии по адаптации к условиям изменяющегося климата на территории Беларуси.

Ключевые слова: гидрометеорологическое обеспечение, климат, опасные метеорологические явления, гидрометеорологическая безопасность, Республика Беларусь.

Географами Беларуси неопровержимо доказано, что за период устойчивого потепления климата с 1989 года, вызванного глобальными антропогенными процессами, средняя температура воздуха на территории страны повысилась на 1,4-1,5<sup>o</sup>C, в среднем на 0,4 – 0,5<sup>o</sup>C. за десятилетие. Смещение теплого периода на летне-осенний сезоны, сопровождается увеличением частоты проявления опасных метеорологических явлений [4]. Проявлением неустойчивых климатических условий территории республики является бесснежная зима 2019 -2020 текущего гидрологического сезона.

В сложившихся климатических условиях возникла проблема гидрометеорологической безопасности белорусского государства, проблема адаптации всех видов экономической деятельности к неустойчивым условиям. Частично проблема решается в рамках Союзного государства при выполнении программы «Гидрометеорологическая безопасность» (2016 – 2022 гг.).

Для решения проблемы сотрудниками и аспирантами кафедры общего землеведения и гидрометеорологии Белорусского государственного университета выполняются исследования по адаптации субъектов хозяйствования республики к сложившимся климатическим изменениям. Основные направления исследований в этой связи в тезисной форме можно сформулировать следующим образом:

- разработка научно обоснованных предложений по обеспечению достоверных методов прогнозирования погоды;
- научное обоснование нового гидрологического районирования территории Беларуси [2];
- уточнение существующего агроклиматического районирования территории Беларуси [3];
- разработка рекомендаций по обеспечению безопасного дорожного движения;
- научное обоснование оптимального жилищно-коммунального хозяйства;
- разработка мероприятий по минимизации последствий климатических изменений для разнотипных озер Беларуси;
- совершенствование методики оценки опасных климатических явлений для безопасности полетов гражданской авиации [1, 4];
- исследование природно-очаговых заболеваний на территории Беларуси.

Наиболее важные результаты получены в области гидрологии, агрометеорологии, метеорологии. Они обусловлены компактным географическим положением Беларуси, особенностями природных условий, центральным положением в Европе, трансграничным характером формирования стока, существенной трансформацией природных ландшафтов.

Проанализированы условия формирования стока на территории Беларуси с помощью ГИС-технологий. Уточнена схема гидрологических районов по бассейновому принципу. Исследовались особенности формирования стока в различных природных условиях на примере территории Беларуси и провинции Гуйджоу (КНР).

Оптимизирована схема агроклиматического районирования территории Беларуси: уточнены названия агроклиматических районов с учетом потепления климата, их основные количественные характеристики, скорректированы границы районов, в основе которых лежат научные разработки белорусского климатолога А.Х. Шкляра. Научно обоснованы частные агроклиматические районы

применительно к условиям возделывания отдельных сельскохозяйственных культур. Разработаны рекомендации по оптимизации выращивания картофеля и сахарной свёклы, наиболее важных для сельского хозяйства Беларуси.

Рассмотрены аспекты адаптации субъектов хозяйствования восточных регионов территории Беларуси к условиям изменяющегося климата. Разработаны рекомендации по адаптации объектов энергетики Гомельской и Витебской областей. Выявлены наиболее опасные участки по степени заносимости снегом сети автомобильных дорог на территории Беларуси, выполнена оценка устойчивости озер. Показана роль антропогенных факторов в изменении уровня грунтовых вод, продуктивности лесных насаждений, оценена динамика лесных пожаров. Выполнена оценка пожароопасности территории Беларуси и разработана схема районирования Беларуси по предрасположению ее к лесным пожарам.

#### Литература

1. Гледко, Ю.А. Синоптические ситуации, способствующие образованию замерзающих осадков и их влияние на полеты воздушных в республике Беларусь / Ю.А. Гледко, К.А. Сенькив // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Мат-лы международной науч.-практ. конф. (Челябинск, 18-20 сентября 2019 г.). – Челябинск: Край Ра, 2019. – С. 12-19.

2. Ван Хао. Использование ГИС-технологий для оценки условий формирования стока на территории Беларуси / Ван Хао, Ю.А. Гледко, П.С. Лопух // Актуальные вопросы наук о Земле в концепции устойчивого развития Беларуси и сопредельных государств: ГГУ им. Ф. Скорины, 2019.

3. Давыденко, О.В. Влияние термических условий на урожайность картофеля в административных районах Республики Беларусь / О.В. Давыденко, П.С. Лопух // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2019. – № 1. – С. 46 – 62

4. Лопух П.С. Анализ пространственно-временного распределения гроз и града на территории Беларуси / П.С. Лопух, Е.С. Бережкова // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2019. – №1. – С. 35-45

### **Problems of hydrometeorological support of economic entities of the Republic of Belarus in an unstable climate**

**Lopuch P. S., Hledko Y. A., Davydzienka V. V., Loginova E. V., Wang Hao**

*Belarusian state University, Minsk, Republic of Belarus,*

*lopuch49@mail.ru, gledko74@mail.ru*

**Annotation.** The results of the research in Hydrometeorology on adaptation to the conditions of changing climate in the territory of Belarus are considered.

**Key words:** hydrometeorological support, climate, dangerous meteorological phenomena, hydro-meteorological security, Republic of Belarus.

## Возможности искусственного создания двухслойной облачности в тропосфере для стимулирования атмосферных осадков

Мазуров Г.И.<sup>1</sup>, Акселевич В.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия,  
 nammaz@rambler.ru

<sup>2</sup> – Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Предлагается создание двухслойной облачности с использованием самолета и вертолета. Одного слоя в средней тропосфере, а второго в пограничном слое под инверсией при низких отрицательных температурах и высоком влагосодержании.

Ключевые слова: относительная влажность, самолет, вертолет, спутный след

Атмосферные осадки в виде дождя или снега достаточной интенсивности выпадают из многослойной облачности, а ливневые - из кучево-дождевых облаков. Для создания последних может использоваться метеотрон [4]. До настоящего времени не предпринимались попытки создания многослойной облачности.

Известны случаи выпадения слабых осадков из двух слоев облаков, расположенных на разных уровнях. Это описывается в учебнике Л.С. Зверева (рисунок) [3].

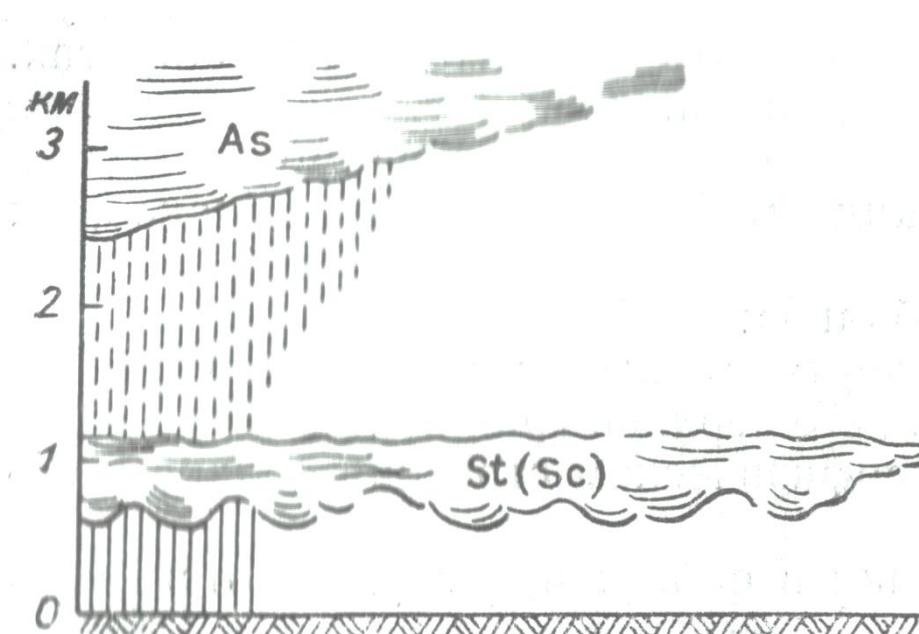


Рисунок 1 – Выпадение осадков зимой из системы нижележащих слоистых или слоисто-кучевых (St-Sc) облаков при наличии полос падения ледяных кристаллов из вышележащих высокослоистых облаков (As) [3].

На наш взгляд, в настоящее время технически возможно искусственно создавать подобную двухслойную облачность, т.е. повторить картину этого рисунка, к сожалению, в уменьшенном виде.

Для создания первого (верхнего) слоя облаков на уровне 4-6 км следует использовать изобретение на способ создания искусственного слоя облаков, патент на которое сотрудники Академии им. А.Ф. Можайского В.А. Зайцев и А.А. Ледохович [1] получили в 1966 г. Это изобретение подробно описано в 1977 г. [2]. В нем показано, что в средней тропосфере возможно создание искусственной облачности в слое воздуха с повышенным влагосодержанием, где упругость водяного пара  $e$  хотя и меньше максимальной упругости над водой  $E_s$ , однако превышает

максимальную упругость водяного пара над льдом  $E_l$ .

$$E_l < e < E_v,$$

Такие слои с низкой отрицательной температурой воздуха и относительной влажностью от 60 до 80 % могут регулярно наблюдаться на высотах выше 4-х км.

Авторы изобретения использовали самолет Ту-104, в выхлопные газы которого впрыскивали 10 т воды через форсунку, измельчавшую воду до капель размером от 2 до 10 мкм. В этих горячих газах вода испарялась и затем в окружающем холодном воздухе превращалась в ледяные кристаллы, на которые за счет разности упругостей насыщения водяного пара над льдом и водой перекачивалось из окружающего воздуха в 1600 раз больше воды, чем было введено. В целом возникало облако размером 100x100 км и толщиной 300 м. В него попадали и выхлопные газы самолета, который, выполняя полет змейкой (галсами) с разворотом на 180°, за 3 часа полета израсходовал 30 т керосина.

Для создания второго (нижнего) слоя облаков предлагается использование турбовинтового вертолета типа Ми-6 [6]. Такой вертолет, выполняет полет змейкой, как в способе В.А. Зайцева и А.А. Ледоховича, над заданным районом под инверсией температуры в пограничном слое атмосферы с аналогичными термогигрометрическими условиями. Конечно, низкие отрицательные температуры в этом слое могут наблюдаться только зимой. Сегодня вертолет Ми-26 способен взять на борт 10 т воды и так же через форсунку распылить ее в выхлопные газы вертолета, аэродинамический спутный след у которых более мощный и устойчивый за счет вторичного вихреобразования. Это доказано в открытии Ларина и Маврицкого [5].

Выпадение мелких снежинок из верхнего облачного слоя должно стимулировать выпадение более крупных снежинок из нижнего слоя.

Таким образом, можно в зимних условиях добиться увеличения площади обложных осадков в виде снега.

### Литература

1. Зайцев В.А. Ледохович А.А. Способ создания искусственного слоя облаков в атмосфере. А/с № 219312 с приорит. от 28.06.66. - 5 с.
2. Зайцев В.А., Кудрявцев Б.П., Ледохович А.А. Возможности и пути создания полей искусственных облаков // Метеорология и гидрология. 1977. №7. С. 3-16.
3. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. - 774с.
4. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Л.: Гидрометеоиздат, - 1990. - 464 с.
5. Ларин А.В. Вихревой след за вертолетом //Авиация и космонавтика. - 1976. - № 3 - С. 32-33.
6. Мазуров Г.И., Нестерук В.Н. Метеорологические условия и полеты вертолетов. СПб.: 1992. - 254 с.

### **Possibilities of artificial creation of two-layer clouds in the troposphere to stimulate atmospheric precipitation**

Mazurov G.I.<sup>1</sup>, Akselevich V.I.<sup>2</sup>

*1 - Main Geophysical Observatory named by A.I. Voeikov, Saint Petersburg, Russia,  
 nanmaz@rambler.ru*

*2 - Saint Petersburg University of Management Technologies and Economics, Saint Petersburg,  
 Russia,*

Annotation. It is proposed to create two-layer clouds using an airplane and a helicopter. One layer in the middle troposphere, and the second in the boundary layer under the inversion at low negative temperatures and high moisture content.

Keywords: relative humidity, airplane, helicopter, wake.

## Особенности межгодовой изменчивости увлажнения на европейской территории России

Малинин В.Н., Гордеева С.М. Кулешова А. В.

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, malinin@rshu.ru*

Рассматривается межгодовая изменчивость характеристик увлажнения на европейской территории России. Построена серия оригинальных карт параметров увлажнения. Показано, что для холодного полугодия и годового периода межгодовая изменчивость увлажнения почти на всей ЕТР контролируется осадками.

Ключевые слова: увлажнение, испаряемость, осадки, европейская территории России

В условиях современных изменений климата выявление генезиса межгодовой изменчивости и, особенно, построение моделей долгосрочного прогноза характеристик увлажнения и речного стока представляет собой не только фундаментальную научную проблему, но и имеет важное экономическое значение. Цель работы состоит в выявлении особенностей межгодовой изменчивости характеристик увлажнения на европейской территории России (ЕТР).

Источником исходной информации послужил архив ВНИИГМИ-МЦД (<http://aisori.meteo.ru/ClimateR>), содержащий данные срочных инструментальных наблюдений почти на 500 метеорологических станциях России в основном с 1950 г., когда сеть станций резко выросла. Для оценки испаряемости  $E_0$  использовалась простая параметрическая модель, основы которой изложены в работе [1], позволяющая по данным о значениях дефицита влажности воспроизводить ее годовой цикл.

Расчет среднемесячных значений параметров увлажнения выполнялся за период 1966-2017 гг. по данным об упругости водяного пара, температуре воздуха и осадкам на метеорологических станциях относительно равномерно расположенных на ЕТР. Предварительно была выполнена очень трудоемкая работа по подготовке исходных данных к их расчетам. Для каждой станции по температуре воздуха с использованием формулы Магнуса определялась насыщающая упругость водяного пара  $e_s$ . После этого вычислялся среднесуточный дефицит влажности  $d=e_s-e$ . Окончательное число станций, которое использовалось в последующих расчетах, составило 90. При построении карт в качестве южной границы ЕТР была принята широта  $47^\circ$  с.ш.

В результате расчетов была построена серия оригинальных карт: суммарной испаряемости, коэффициентов вариации и линейных трендов испаряемости, суммарных осадков, коэффициентов вариации и линейных трендов осадков, коэффициента испаряемости, его коэффициента вариации и линейного тренда. Карты были построены за многолетний (1966-2018 гг.) период в трех вариантах: для холодного (октябрь-март) и теплого (апрель-сентябрь) полугодий и в среднем за гидрологический (октябрь-сентябрь) год. Таким образом, общее число карт составило 27, что само по себе носит уникальный характер, причем ряд карт для ЕТР вообще были построены впервые: это карты коэффициентов вариации и линейных трендов для испаряемости и коэффициента испаряемости.

Показано, что в распределении среднемноголетних годовых значений испаряемости проявляется плавный рост испаряемости от северных широт к южным. Минимальные значения  $E_0$  равны 300 мм на крайнем севере, а максимальные достигают 1000 мм в Астрахани. Сравнение с результатами работы [2], в которой приводятся средние многолетние оценки  $E_0$  по 13 разным методикам показало, что наши оценки  $E_0$  близки к их медианным значениям. При росте температуры на  $1^\circ\text{C}$  испаряемость возрастает на 28,5 мм. При этом рост испаряемости уменьшается по направлению от полупустынь крайнего юга (57,2 мм на  $1^\circ\text{C}$ ) к тундре крайнего севера (15,5 мм на  $1^\circ\text{C}$ ).

Установлено, что на всей ЕТР отмечаются положительные значения тренда в испаряемости, с наибольшими значениями на юго-западе России, где оценки тренда превышают 1,3 мм/год, что

соответствует увеличению  $E_0$  в течение 1966-2017 гг. более чем на 66 мм. Расположение положительных трендов в осадках ( $P$ ) приурочено к водосбору Вычегды и северо-западу России с максимальными оценками около 3 мм/год. Однако площадь ЕТР, занятая значимыми трендами в осадках меньше по сравнению с трендами в испаряемости. Вследствие одинакового характера трендов в испаряемости и осадках, происходит их нивелирование в коэффициентах испаряемости ( $E_0/P$ ), в результате чего они оказываются незначимыми, т.е. отклоняющимися от нуля случайным образом. Исключение составляет район Сыктывкара, где тренд  $E_0/P$  отрицателен и значим.

С помощью линейного регрессионного анализа были построены карты вклада осадков в изменчивость годовых и суммарных за теплый период значений  $E_0/P$  за 1966–2017 гг. При годовом осреднении вклад осадков в межгодовую изменчивость  $E_0/P$  для большей части ЕТР превышает 80%. При этом максимальные оценки коэффициента детерминации наблюдаются в широтной зоне 55–65° с.ш. ( $R^2=0.85-0.90$ ), минимальные – в южной части территории – до  $R^2=0,70$ . Более значительная пространственная дифференциация отмечается в распределении вклада осадков в дисперсию  $E_0/P$  в теплое полугодие. Если в северных районах  $R^2=0.85-0.90$ , то в южных – на юго-востоке ЕТР (в верхнем Поволжье)  $R^2=0.50-0.70$ . Указанные оценки близки к аналогичным результатам, полученным в работе [3] для бассейна Волги. Таким образом, для холодного полугодия и годового периода межгодовая изменчивость увлажнения почти на всей ЕТР контролируется осадками. Учет испаряемости необходим лишь для теплого периода в самых южных районах ЕТР.

Районирование годовых сумм поля осадков на метеорологических станциях иерархическим методом Уорда с помощью евклидовой метрики позволило выделить 3 компактных района, которые хорошо соответствуют основным типам увлажнения ЕТР, выделенным в работе [4]: зоне преимущественно избыточного увлажнения, характеризующую северные районы ЕТР, зоне достаточного и переменного увлажнения и зоне недостаточного увлажнения, связанную в основном со степными районами ЕТР. Дополнительно было выполнено районирование годовых сумм поля осадков по их межгодовой изменчивости с помощью метрики  $1-R$ , где  $R$  – коэффициент корреляции. Выделено 6 квазиоднородных районов по межгодовой изменчивости осадков: водосборы Северной Двины, Печоры, Камы, средней Волги, Поволжья, западной области ЕТР.

#### Литература

1. Малинин В.Н., Гордеева С.М., Гурьянов Д.В. Малопараметрическая модель увлажнения Северо-Западного региона России для условий современных изменений климата // Ученые записки РГГМУ. 2014. № 36. С. 35-49.
2. Черенкова Е.А., Шумова Н.А. Испаряемость в количественных показателях климата // Аридные системы, 2007. Т.13. №33-34. 55-67 С.
3. Малинин В.Н., Гордеева С.М. Влияние влагообмена в Северной Атлантике на увлажнение европейской части России и годовой сток Волги // Водные ресурсы. 2019. вып. 48, №3, 466-479 С.
4. Смирнов Н.П., Малинин В.Н. Водный баланс атмосферы как гидрологическая задача. Л.: Изд. ЛГУ, 1988. 189 с.

### Features of interannual variability of humidification in the European territory of Russia

Malinin V.N., Gordeeva S.M., Kuleshova A.V.

Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, malinin@rshu.ru

The features of the interannual variability of the characteristics of moisture in the European territory of Russia is discussed. A series of original maps of humidification parameters has been built. The interannual variability of humidification over almost the entire ETR in the cold half year and annual period is controlled by precipitation has been shown.

Key words: humidification, evaporation, precipitation, European territory of Russia.

## Применение результатов климатических моделей для оценки проекций регионального климата

**Маммедов С.А.<sup>1</sup>, Лобанов В.А.<sup>1</sup>, Мамедова Н.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, sap9292@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Аннотация. В рассматриваемой работе предлагается методика выбора наиболее эффективной модели климата для рассматриваемого региона и корректировки сценарных норм с учетом местных климатических особенностей.

Ключевые слова: региональная климатология, задачи, методы, модели, результаты

Особенность моделей климата проекта СМIP5 в том, что они позволяют воспроизвести климат осредненный как во времени в виде климатических норм, так и по пространству [1]. Поэтому модели климата не в состоянии воспроизвести естественную климатическую изменчивость и при применении сценарных расчетов к региональному климату результаты также должны быть скорректированы.

Методика включает четыре основных этапа:

- выбор для рассматриваемого региона наиболее эффективной климатической модели из нескольких путем сравнения наблюдаемых климатических норм и норм, рассчитанных на основе Исторического эксперимента проекта СМIP5 за совместный период до 2005 г. [2];
- определение поправки, обусловленной систематическими погрешностями модели по отношению к наблюдениям на конкретной метеорологической станции (поправка на локальный климат);
- определение поправки, обусловленной расхождением между изменением во времени по данным наблюдений на станции и изменениями по сценариям (поправка на динамику экстраполяции);
- добавление совместной поправки (на локальный климат и на экстраполяцию) в сценарные значения норм для конкретных метеостанций [2] с целью получения наиболее правдоподобных проекций локального климата.

Поправка на градиент норм температур состоит в том, что рассчитывается средний градиент между сценарными нормами за 30-летний будущий период и если градиент между нормами за 1980-2010 гг. и 2011-2040 гг. отличается от сценарного градиента более, чем на 1°C, то он корректируется на средний сценарный и сценарные нормы на столько же уменьшаются.

Средний сценарный градиент норм температуры ( $dT$ ) вычислялся по формуле:

$$dT = (T_{н3} - T_{н1})/2, (1)$$

где  $T_{н1}$ ,  $T_{н3}$  – нормы температур за периоды 2011-2040 гг. и 2071-2100 гг., а градиент между наблюдаемыми и сценарными нормами ( $dT'$ ) рассчитывался как:

$$dT' = (T_{н1} - T_{н0}), (2)$$

где  $T_{н0}$  - нормы температур за последний наблюдаемый период 1981-2010 гг.

И, если  $dT' - dT > 1^\circ\text{C}$ , то сценарные нормы уменьшались на эту разность, а если  $T_{н1} - T_{н0} < 0$ , т.е. сценарные нормы были меньше наблюдаемых, то градиентная поправка рассчитывалась как:  $T_{н0} - T_{н1} + dT$  и на нее сценарные нормы увеличивались.

Применение предлагаемой методики реализовано на примере двух наиболее аномальных районов Азиатского континента: Якутия (аномально холодный регион) и Аравийский полуостров (аномально жаркий регион). В качестве моделей климата применялись наиболее известные модели, результаты моделирования по которым для проекта СМIP5 представлены в свободном доступе в Интернете: HadGEM, INM, MPI, BC C, IPSL, CNRM, BNU, CanESM, MIROC, MRI-ESM и разные сценарии RCP.

Получено, что для Аравийского полуострова наиболее эффективной является климатическая модель MRI. Поправки в сценарные значения климатических характеристик при их приложении к конкретным метеостанциям, в сумме достигают 5-6°C. В результате были получены наиболее обоснованные будущие нормы температур до конца 21 века и установлено, что уже современные высокие летние температуры в среднем могут вырасти еще на 2°C, а зимние - на 1°C до конца этого столетия.

Для территории Якутии в зависимости от метеостанции и сезона года наилучшими являются разные модели климата. Как правило, при применении наиболее эффективных моделей погрешности в нормах температур составляют менее 1-2°C для теплого периода года. Зимой погрешности в нормах могут составлять и по наилучшим моделям до 4-6°C. В целом наиболее эффективной для территории республики можно признать английскую модель HadGEM2 Хэдли Центра, которая показала себя наиболее эффективной в 50% случаев.

#### Литература

1. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change). 2013. The physical science basis. In *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Thomas F. Stocker, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner, Melinda M.B. Tignor, Simon K. Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex, Pauline M. Midgley (eds). Cambridge University Press: Cambridge, p 1552.

2. [http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/data\\_portal.html](http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/data_portal.html) – Официальный сайт пятой фазы проекта по сравнению взаимосвязанных моделей Всемирной программы по изучению климата, раздел «Доступ к данным».

### Applying climate model results to estimate regional climate projections

**Mammedov S.A.<sup>1</sup>, Lobanov V.A.<sup>1</sup>, Mamedova N.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, sap9292@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

Abstract. In this paper, we propose a methodology for choosing the most effective climate model for the region under consideration and adjusting scenario norms taking into account local climatic features.

Keywords: regional climatology, tasks, methods, models, results

## Исследование изменчивости свойств грунтов в процессе сезонных колебаний климата

Масликова О.Я.<sup>1</sup>, Грицук И.И.<sup>1,2,3</sup>, Дебольский В.К.<sup>1</sup>, Ионов Д.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН) г. Москва, Россия, oksana68@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Российский университет дружбы народов (РУДН) г. Москва, Россия*

<sup>3</sup> – *Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва, Россия*

Аннотация. Для задач проектирования необходимо знать поведение мерзлых грунтов при тех или иных меняющихся условиях. В связи с этим возникают новые требования, связанные с деградацией мерзлоты и, как следствие, изменяются критерии прочности и устойчивости грунтов, пригодных для строительства. Расчет нагрузок при строительстве в криолитозоне требует особого подхода в каждом конкретном случае, поскольку невозможно сделать единую модель в связи с разнообразием грунтов и историями их заморозки. Типизация почв не дает четкой картины при отрицательных температурах, так как переход вода-лед-вода в грунте меняет поведение пород, а непредсказуемость климатических изменений, влияющих на этот процесс, существенно усложняет задачу. В гидравлической лаборатории РУДН была проведена серия экспериментов для различных типов грунта, подверженных нагрузке, с целью установить основные параметры, влияющие на устойчивость грунтов при оттаивании, и дать примерные рекомендации, касающиеся использования этих грунтов в качестве оснований.

Ключевые слова: криолитозона, мерзлый грунт, оттаивание, нагрузка

Поведение мерзлых грунтов является сложным и зависит от множества факторов. При формулировании соотношения прочности и текучести важно понимать характеристики оцениваемой почвы. Это требует ряда лабораторных исследований, которые затем позволят определить конкретные параметры грунта при инженерном проектировании. Гранулометрический состав, сопротивление нагрузке, температура, содержание влаги – это далеко не полный перечень аспектов, которые необходимо учитывать при проектировании строительства и анализе деформаций оснований в условиях криолиозоны.

Замораживание и оттаивание почвы может привести к серьезным геотехническим, гидрологическим и экологическим проблемам. Каждая почва имеет свои специфические характеристики замерзания, в основном в зависимости от текстуры и преобладающей концентрации растворенного вещества. Как правило, *структура частиц крупнозернистых почв* при переходе через ноль изменяется плавно по мере того как вода в порах замерзает. По мере изменения фазы воды объем увеличивается на 9%, а поскольку гидравлическая проводимость крупнозернистой почвы высокая, излишки воды стекают, а структура почвы остается неизменной. А вот мелкозернистым грунтам свойственна более низкая гидравлическая проводимость, что приводит к накоплению влаги, которая в процессе замерзания увеличивается в объеме, и это приводит к образованию ледяных линз. Также поведение почвы всегда тесно связано с преобладающими метеорологическими условиями. Гидравлическая проводимость грунтов снижается по мере их промерзания, что приводит к снижению инфильтрации и задержке пополнения запасов подземных вод во время таяния снега. Для более крупных территорий (водосборов) влияние мерзлых грунтов на инфильтрацию и сток происходит неравномерно.

В гидравлической лаборатории РУДН была проведена серия экспериментов для различных типов грунта, подверженных нагрузке, с целью установить основные параметры, влияющие на устойчивость грунтов при оттаивании, и дать примерные рекомендации, касающиеся использования этих грунтов в качестве оснований.

1. Увлажненный песок (крупность 0,2мм.);

2. Увлажненный торф в равных долях с песком (крупность 0,2мм.);
3. Увлажненный торф;
4. Торф с песком (крупность 0,2мм.) естественной влажности;
5. Торф естественной влажности.

Результаты:

• На прочность оттаивающего грунта влияет множество факторов, такие как льдистость, связность, сыпучесть, пористость.

• В условиях отрицательных температур льдистость является упрочняющим фактором по аналогии со скальными породами.

• В условиях оттаивания пород для устойчивости грунта определяющим фактором является его связность.

• Увлажненный торф показал самые большие прочностные характеристики. Это объясняется тем, что протаивание содержащегося в нем льда происходит гораздо медленнее, чем протаивание обычного торфа с большой пористостью. В момент помещения такого образца в поток вода заполняет поры и вымывает вещество, а поры надводной части заполняются воздухом окружающей среды, что тоже способствует быстрому размораживанию образца.

• На втором месте по устойчивости оказался увлажненный торф в равных долях с песком, что тоже объясняется цементирующим воздействием замерзшей влаги. Этот образец протаивал медленнее, чем аналогичный образец естественной влажности, что также объясняется заполнением порового пространства водой или воздухом. Увлажненный песок держался только на сцеплении льда, а при оттаивании сразу рассыпался, что вполне очевидно объясняется его сыпучими свойствами.

Для понижения льдистости в состав грунта рекомендуется вводить несвязный грунт (например, песок), частицы которого заполняют поровое пространство и таким образом можно понизить влагоудерживающую способность грунта. Понижение льдистости кроме уменьшения деформаций грунта при оттаивании даст ещё уменьшение пучинистости при замерзании, т.е. такая смесь грунтов будет более устойчивая при сезонных изменениях погоды.

## **Investigation of the variability of soil properties during seasonal climate fluctuations**

**O.Ya. Maslikova<sup>1</sup>, I.I. Gritsuk<sup>1,2,3</sup>, V.K. Debolsky<sup>1</sup>, D.N. Ionov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences (WPI RAS), *Moscow, Russian Federation, oksana68@mail.ru*

<sup>2</sup> – Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), *Moscow, Russian Federation*

<sup>3</sup> – Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, *Moscow, Russian Federation*

Abstract. For design tasks it is necessary to know the behavior of frozen soils under certain changing conditions. This creates new requirements related to the degradation of permafrost and, as a result, the criteria for strength and stability of soils suitable for construction are changing. Calculation of loads during construction in the permafrost zone requires a special approach in each specific case, since it is impossible to make a single model in connection with the variety of soils and the history of their freezing. Soil typization does not give a clear picture at negative temperatures, since the transition "water-ice-water" in the soil changes the behavior of the grounds, and the unpredictability of climatic changes affecting this process greatly complicates the task. In the hydraulic laboratory of the RUDN University, a series of experiments was conducted for various types of soil subject to load, in order to determine the main parameters affecting the stability of soils during thawing, and to give approximate recommendations regarding the use of these soils as bases.

Key words: permafrost, frozen soil, thaw, strain, strength.

## Спутниковый мониторинг опасных явлений по данным микроволновых радиометров МТВЗА-ГЯ, AMSR2 и GMI

Митник Л.М.<sup>1</sup>, Кулешов В.П.<sup>1</sup>, Митник М.Л.<sup>1</sup>, Стрельцов А.М.<sup>2</sup>, Чернявский Г.М.<sup>2</sup>,  
Черный И.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Тихоокеанский океанологический институт им.В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия, e-mail: lm\_mitnik@mail.ru

<sup>2</sup> – ОАО "Российские космические системы", Москва, Россия, e-mail: icherny@cpi.space.ru

Измерения микроволновых радиометров со спутников Метеор-М № 2-2, GCOM-W1 и GPM и сопутствующие данные применены при изучении тропических и внетропических циклонов, ледяного покрова и внезапных стратосферных потеплений в северном и южном полушариях. Ключевые слова: микроволновая радиометрия, МТВЗА-ГЯ, GCOM-W1, GPM, опасные явления

Измерения микроволнового (МВ) излучения Земли радиометрами МТВЗА-ГЯ, AMSR2 и GMI в диапазоне частот  $\nu$  от 6 до 190 ГГц служат источником глобальной количественной информации о параметрах подстилающей поверхности и атмосферы с пространственным разрешением от единиц до нескольких десятков километров и с временным разрешением лучше 3-6 час. Восстановление геофизических параметров обеспечивается одновременными измерениями на нескольких частотах (от 13 до 22) и широкой полосой сканирован, равной 1500/2500 км для спутника Метеор-М № 2-2, 1650 км для GCOM-W1 и 885 км для GPM. Данные МТВЗА-ГЯ поступают из РКС, а данные зарубежных радиометров - с сайтов Японии и США.

Алгоритмы для восстановления параметров атмосферы и поверхности были разработаны на основе численного интегрирования уравнения переноса МВ излучения (Митник, Митник, 2009; Mitnik et al., 2009). Спутниковые пассивные МВ измерения использованы при изучении эволюции полей приводного ветра, паросодержания атмосферы, водозапаса облаков и осадков в глубоких внетропических и в тропических циклонах. В частности, в августе-ноябре 2019 г рассмотрен жизненный цикл ТЦ Krosa, Hagibis и Halong над северо-западной частью Тихого океана, а в апреле 2020 года - ТЦ Irondo в Индийском океане. Получено хорошее согласие полей параметров, восстановленных по МВ измерениям, с полями ветра по данным скаттерометров, паросодержанием атмосферы по радиозондовым данным, с видимыми и ИК-изображениями циклонов, с картами погоды Японского метеорологического агентства и др. (Чернявский и др., 2018; Митник и др., 2019; Mitnik et al., 2017). На частотах температурно-влажностного зондировщика МТВЗА-ГЯ в полосе поглощения кислорода зарегистрировано теплое ядро тайфунов. Аналогичный подход был применен при анализе жизненного цикла циклонов и атмосферных рек над Южным океаном, включая морской лед и Антарктиду (Mitnik et al. 2018a).

По данным МТВЗА-ГЯ на частотах в диапазоне 53-57 ГГц было зарегистрировано внезапное стратосферное потепление (ВСП) над Антарктидой в конце августа-сентябре 2019 г. ВСП над Антарктидой - крайне редкое явление, которое вызвало резкое уменьшению площади озоновой дыры над Южной полярной областью, усиление засухи и масштабные лесные пожары в Австралии и др. Внезапные потепления над Северной полярной областью были исследованы ранее по измерениям МТВЗВ-ГЯ со спутника Метеор-М № 1 (Mitnik et al. 2018). Зондирование с нескольких спутников существенно улучшает исследование структуры и оценку параметров природных явлений и повышает временное разрешение, что критически важно при анализе быстро протекающих опасных природных явлений и прогнозе их влияния на окружающую среду.

### Литература

1. Митник М.Л., Митник Л.М. Восстановление паросодержания атмосферы и водозапаса облаков над океаном по данным микроволнового зондирования со спутников DMSP, TRMM, AQUA и ADEOS-II // Исслед. Земли из космоса, 2006. №. 4. С. 34-41.

2. Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Стрельцов А.М., Чернявский Г.М., Черный И.В. Моделирование яркостных температур и первые результаты, полученные микроволновым радиометром MTVZA-GY со спутника Метеор-М № 2-2 // Тезисы. 17-ая Всероссийская Открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса" М, ИКИ РАН, 11-15 ноября 2019. С 157.

3. Чернявский Г.М., Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Черный И.В. Микроволновое зондирование океана, атмосферы и земных покровов по данным спутника Метеор-М № 2 // Современные проблемы дистанц. зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 4. С. 78-100. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-4-78-100.3.

4. Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Baranyuk A.V. Passive microwave observations of South America and surrounding oceans from Russian Meteor-M No. 2 and Japan GCOM-W1 satellites // International Journal of Remote Sensing. 2018a. V. 39, No. 13. P. 4513-4530, DOI: 10.1080/01431161.2018.1425569.

5. Mitnik L., Kuleshov V., Mitnik M., Streltsov A.M., Cherniavsky G., Cherny I. Microwave scanner sounder MTVZA-GY on new Russian meteorological satellite Meteor-M N 2: modeling, calibration and measurements // IEEE J. of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. 2017. Vol. 10. N. 7. P. 3036-3045, doi: 10.1109/JSTARS.2017.2695224.

6. Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Pichugin M.K., Mitnik M.L. Sudden stratospheric warming in 2015-2016: Study with satellite passive microwave data and reanalysis // Proc. IGARSS 2018. Valencia. 23-27 July 2018, P. 5560-5563.

7. Mitnik L.M., Mitnik M.L., Zabolotskikh E.V. Microwave sensing of the atmosphere-ocean system with ADEOS-II AMSR and Aqua AMSR-E // J. Remote Sensing Society of Japan, 2009. Vol. 29. No. 1. P. 156-165

### **Satellite monitoring of hazardous phenomena with MTVZ-GY, AMSR2 and GMI microwave radiometer data**

**Mitnik L.M.<sup>1</sup>, Kuleshov V.P.<sup>1</sup>, Mitnik M.L.<sup>1</sup>,  
 Streltsov A.M.<sup>2</sup>, Cherniyavsky<sup>2</sup>, Cherny I.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, e-mail:  
 lm\_mitnik@mail.ru*

<sup>2</sup> – *JSC Russian Space Systems, Moscow, Russia,  
 e-mail: icherny@cpi.space.ru*

Abstract. Measurements of microwave radiometers from the Meteor-M No. 2-2, GCOM-W1 and GPM satellites and related data were used to study tropical and extratropical cyclones, ice cover and sudden stratospheric warmings in the northern and southern hemispheres.

Key words: microwave radiometry, MTVZA-GY, AMSR2, GMI, dangerous phenomena.

## Радиофизические характеристики облаков со смерчами

Михайловский Ю.П.<sup>1,3</sup>, Попов В.Б.<sup>1</sup>, Синькевич А.А.<sup>1</sup>, Абшаев А.М.<sup>2</sup>, Торопова М.Л.<sup>1</sup>  
 Кашлева Л.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>– ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова», г. Санкт-Петербург, Россия,

*e-mail* uiralych@ya.ru

<sup>2</sup>– НПЦ «Антиград», г. Нальчик, Россия

<sup>3</sup>– РГГМУ, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Выполнен анализ развития трех облаков со смерчами, которые наблюдались в России. Подробно описаны особенности радиофизических характеристик облаков, из которых появились смерчи. Приведены различия этих характеристик для водяных и континентальных смерчей.

Ключевые слова: смерчи, радиолокационный метод.

В настоящее время радиолокационные признаки смерчей наиболее изучены в США. Рыжков и другие [1] предлагают для определения торнадо использовать следующие признаки: наличие сильного вихря, определяемого по радиальной доплеровской скорости  $V_r$ , а также связанные с поднятым хаотично ориентированным «мусором» небольшие значения дифференциальной отражаемости  $Z_{DR}$  ( $<0,5$  dB) и коэффициента взаимной корреляции отраженных сигналов  $\rho_{hv}$  ( $<0,8$ ), повышенные значения отражаемости при горизонтальной поляризации зондирующего сигнала  $Z_h$  ( $>45$  dBZ) на высоте 1–3 км. В случаях, когда смерч проходит над водной поверхностью, его поляризационные характеристики оказываются другими, так как вихрь в данном случае поднимает крупные капли, которые отличаются по отражающим свойствам от континентального «мусора». Для обнаружения водяного смерча исследователи [2] предлагают использовать большую площадь с  $Z_{DR} > 4$  дБ на низких уровнях и очень большие значения  $Z_{DR}$  (5–7 дБ) в узком столбе, который распространяется обычно до 0 °С изотермы.

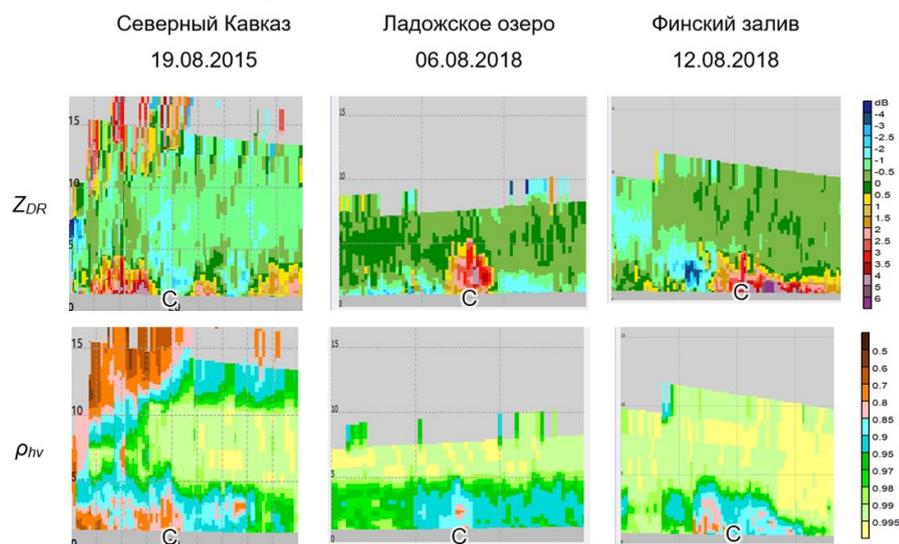


Рисунок 1– Вертикальные разрезы  $Z_{DR}$  и  $\rho_{hv}$  исследуемых облаков. Буквой «С» отмечено место расположения смерча

В данной работе рассмотрены радиофизические характеристики одного континентального смерча, образовавшегося в суперячейке на Северном Кавказе и двух водяных смерчей, наблюдавшихся в Ленинградской области над Ладожским озером и над Финским заливом.

На рисунке 1 представлены вертикальные разрезы дифференциальной отражаемости ( $Z_{DR}$ ) и коэффициента взаимной корреляции отраженных сигналов ( $\rho_{hv}$ ) исследуемых облаков. Для

Северного Кавказа разрезы сделаны по измерениям радиолокатора ДМРЛ-С, расположенного вблизи города Ставрополь, а для Ленинградской области по данным ДМРЛ-С в поселке Воейково. На рисунке 1 буквой «С» отмечено место нахождения смерча. Эта позиция определена по так называемой “tornado vortex signature”, которая определяется резким изменением направления доплеровской скорости совместно с большими значениями ширины доплеровского спектра радиальных скоростей в нижней части облака [3].

Дифференциальная отражаемость ведет себя по-разному для континентальных и водяных смерчей. В континентальном смерче в основном вверх поднимается различный мусор (трава, песок, обломки). Он имеет хаотичную форму, то есть отражение от этого мусора в горизонтальной и вертикальной плоскости примерно одинаковое, отчего значение  $Z_{DR}$  близко к нулю. В случае водяных смерчей, в «столб воронки» засасывается вода, поднятые капли сплющиваются, фиксируется «столб» больших значений  $Z_{DR}$ . Чем хаотичнее расположены отражатели, тем меньше коэффициент взаимной корреляции отраженных сигналов. В зоне континентального смерча  $\rho_{hv}$  меньше 0,8, что указывает на мусор, поднятый мощным вертикальным потоком. У водяных смерчей  $\rho_{hv}$  больше, чем у континентального, но меньше, чем у однородных гидрометеоров. Пониженные значения коэффициента взаимной корреляции в облаках с водяными смерчами возможно связаны с тающим градом. Полученные данные согласуются с аналогичными исследованиями в США [1, 2].

Для рассмотренных случаев также проанализирована частота разрядов молний в облаках со смерчами, полученная по данным грозопеленгационных систем. Для облака над Ладожским озером максимум частоты грозовых разрядов составил  $1,8 \text{ мин}^{-1}$ , для облака над Финским заливом –  $8,3 \text{ мин}^{-1}$ , для суперячейки на Северном Кавказе –  $70 \text{ мин}^{-1}$ .

#### Заключение

В докладе представлены результаты измерений характеристик облаков со смерчами. Впервые в России с использованием ДМРЛ-С по данным поляризационных и доплеровских измерений была исследована структура облаков со смерчами. Показаны отличия частоты разрядов и поляризационных характеристик водяных и континентальных смерчей. Эти результаты могут быть использованы для разработки методики мониторинга смерчей.

Примечание. Работа подготовлена при финансовой поддержке РФФИ (грант БРИКС\_т 18-55-80020).

#### Литература

1. Ryzhkov, A. V., Schuur T. J., Burgess D. W., and Zrnice' D. S. Polarimetric tornado detection. — J. Appl. Meteor., 2005, vol. 44, pp. 557—570.
2. Van den Broeke M. S., Van den Broeke C. A. Polarimetric Radar Observations from a Waterspout-Producing Thunderstorm. — American Meteorological Society, 2015, vol. 30, pp. 329—348.
3. Brown R. A., Lemon L. R., Burgess D. W. Tornado detection by pulsed Doppler radar. — Monthly Weather Review, 1978, vol. 106, pp. 29—38.

### Radiophysical characteristics of clouds with tornado

**Mikhailovskiy Yu.P.<sup>1,3</sup>, Popov V.B.<sup>1</sup>, Sinkevich A.A.<sup>1</sup>, Abshaev A.M.<sup>2</sup>,  
 Toropova M.L.<sup>1</sup>, Kashleva L.V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – Federal State Budgetary Organization «Main Geophysical Observatory by the name of  
 A.I.Voeikov»,

Saint-Petersburg, Russia, e-mail: yupalych@ya.ru

<sup>2</sup> – Hail suppression Research Center “ANTIGRAD”, Nalchik, Russia

<sup>3</sup> – RSHU, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. Three cases of tornadoes in Russia are analyzed. Radiophysical characteristics of clouds with tornado are described in detail. The differences of these characteristics for water and continental tornadoes are given.

Key words: tornadoes, radar method.

## **Разработка перспективного образца метеорологического зонда для повышения безопасности полетов ВС**

**Моисеева Н.О.<sup>1</sup> Гамбургер Ю.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> - Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> - АЗУР Эйр, Москва, Россия, [yuriidixon@mail.ru](mailto:yuriidixon@mail.ru)

Аннотация: рассматривается возможность применения возвратного метеорологического зонда для увеличения массива первичных метеорологических данных и повышения точности метеорологических прогнозов.

Ключевые слова: Обеспечение метеорологическими данными, метеорологический зонд, нехватка метеорологических данных.

На настоящий момент существуют различные способы получения информации о состоянии атмосферы, основанные на использовании разнообразных метеорологических приборов измерения и средств зондирования атмосферы. Одним из перспективных направлений развития авиационной метеорологии является совершенствование сети метеорологических наблюдений, в том числе за счет применения дронов с целью доставки метеорологического зонда в необходимый пространственный район для измерения основных физических параметров атмосферы. Данный технологический симбиоз позволит получить дополнительную метеорологическую информацию, повысить точность метеопрогнозов и, как следствие, безопасность полетов.

Современные методы зондирования атмосферы могут дать исчерпывающую информацию о вертикальном профиле температуры и метеорологических элементах, которые используются метеорологами и синоптиками для прогнозирования и анализа погодных условий. Однако, подавляющее большинство имеющихся средств зондирования требуют значительных материальных затрат и сложны как в эксплуатации, так и в технической поддержке, т.е. представляют собой системы с разноуровневыми компонентами и сложными алгоритмами расчета. На территории Российской Федерации сложилась неоднозначная ситуация, когда данные об атмосфере получают путем использования устаревших и дорогостоящих технических средств. Существуют и такие отдаленные метеорологические подразделения, где дефицит первичных метеорологических данных едва ли позволяет составить прогноз необходимой заблаговременности. Выполнение полетов в условиях, когда метеорологический прогноз составлен исходя из небольшого объема данных, нельзя назвать безопасным.

Авторами исследования предлагается один из вариантов решения актуальной проблемы дефицита метеорологических данных для аэродромов и посадочных площадок. Разработанный метеорологический зонд представляет из себя небольшой кейс, напечатанный с применением технологий 3D печати, с учетом размеров датчиков, плат, платформы, микроконтроллера, а также системы аспирации и питания. Устройство крепится к нижней части дрона, который доставляет метеозонд в нужный пространственный район или квадрат, где необходимо выполнить измерения. Измерения производятся в приземном слое атмосферы. При восходящем и нисходящем движении зонда происходит автоматическая запись параметров температуры, влажности, давления. Результаты испытаний показали, что метеозонд способен успешно измерять перечисленные параметры. Использование данного устройства существенно дешевле запуска невозвратных метеозондов, а точность измерения метеорологических параметров находится на приемлемом уровне и при необходимости может быть увеличена.

Таким образом, успешные испытания зонда определяют дальнейшие задачи по усвоению данных наблюдений, полученных с помощью устройства в ГДМА и анализа влияния данных на общий банк данных.

## **The development of promising meteorological drone for the improvement of flight operations safety**

**Moiseeva N.O.,<sup>1</sup> Gamburger Y.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Saint-Petersburg State University of Civil Aviation, Russia*

<sup>2</sup> – *AZUR Air, Moscow, Russia, yuriidixon@mail.ru*

Abstract: this paper presents the possibility of meteorological drone use for the increasing of primary meteorological data volume and improving meteorological forecast accuracy

Key words: Meteorological data support, meteorological drone, lack of meteorological data

## Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха в городе Ростове-на-Дону

Мханна А.И.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт Петербург, Россия, aaedmohanna2001@mail.ru*

### Impact of meteorological conditions on air pollution in the city of Rostov-on-Don

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, aaedmohanna2001@mail.ru*

**Аннотация.** В работе проводится оценки влияния метеорологических факторов на качество атмосферного воздуха в городе Ростове-на-Дону по данным метеостанции.

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферного воздуха, антропогенные источники загрязнения, инверсия температуры, выбросы загрязняющих веществ.

**Abstract.** In this research assesses the impact of meteorological factors on air quality in Rostov-on-Don based on data from the weather station.

**Key words:** air pollution, anthropogenic pollution sources, temperature inversion, emissions of pollutants.

#### Введение

Геоэкологические проблемы с каждым днем набирает первостепенное значение. Чаще всего они проявляются в крупных мегаполисах [1]. По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» в 40 субъектах Российской Федерации более 54 процентов городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения атмосферного воздуха. Проживание людей и их жизнедеятельность в мегаполисах приводит к тому, что меняется химический состав воздушной среды. Именно поэтому проблема загрязнения атмосферного воздуха крупных городов является одной из самых значимых геоэкологических проблем. Очень важным для Ростова-на-Дону является упадок экологического состояния воздушного бассейна, город является крупным административным, экономическим, культурным, научно-образовательным, промышленным центром и важнейшим транспортным узлом Юга России. Многие заводы и комплексы такие, как литейный, комбайновый и др. вносят огромный вклад в загрязнение окружающей среды [2].

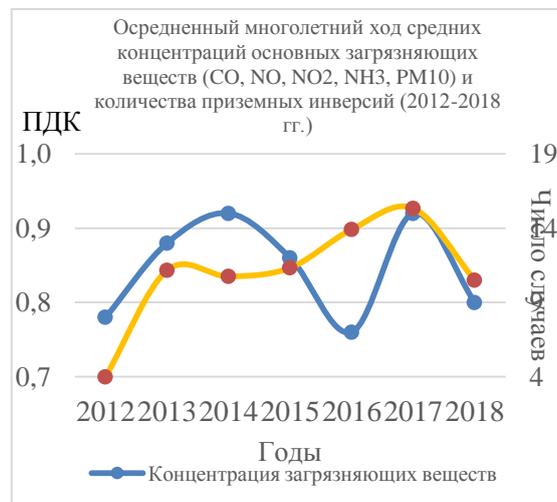
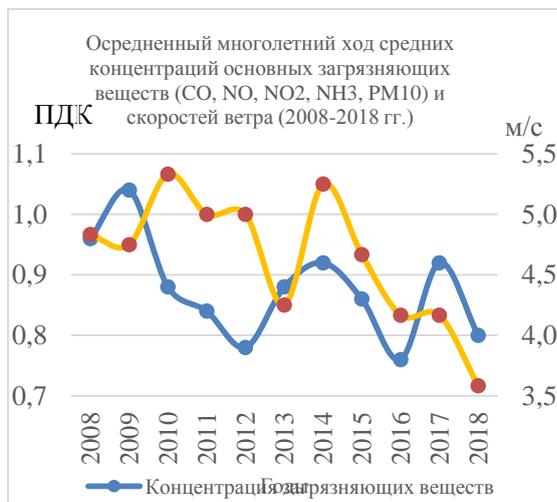
#### Методы

Основная цель работы заключалась в проведение оценки влияния метеорологических факторов на качество атмосферного воздуха в Ростове-на-Дону по данным метеостанции. Главная проблема современности заключается в загрязнении атмосферы, а также во вредном физическом воздействии на атмосферный воздух в мегаполисах. Данная проблема заслуживает колоссального внимания и по сей день является актуальной, так как воздействие автомобильного транспорта и промышленности на жизнедеятельность людей и на окружающую среду весьма значительное. Среди метеорологических параметров, влияющих на загрязнение воздуха в городе Ростове-на-Дону, нами были рассмотрены: ветер, температура, инверсия температуры, осадки, туманы, солнечная радиация [3-4]. В качестве объектов исследования был выбран воздушный бассейн города Ростова-на-Дону. Для анализа использовались данные из многолетних архивов погоды в городе Ростове-на-Дону за период с 2008 по 2018 год. Данные погоды были сопоставлены с данными об изменении уровня загрязнения воздуха различными примесями. Для определения силы связи коэффициентов была применена шкала Чеддока. Были построены графики многолетнего хода наибольшей повторяемости превышения ПДК и метеорологических параметров в Ростове-на-Дону.

#### Результаты исследования и их анализ

В работе было проведено сопоставление средних многолетних данных основных

метеорологических параметров, измеренных на станции г. Ростова-на-Дону, с данными о количестве основных веществ, которые загрязняют атмосферу. В ходе данной работы удалось установить наличие или отсутствие зависимостей между метеорологическими факторами и загрязняющими веществами.



### Выводы

В результате оценки влияния метеорологических факторов на качество воздуха были сформулированы следующие выводы:

- 1) Большое снижение процента загрязнения атмосферы происходит из-за количества осадков (коэффициент корреляции равняется  $-0,72$ , обратная связь).
- 2) Средняя зависимость загрязнения атмосферы из-за количества туманов и скорости ветра (коэффициенты корреляции:  $0,63$  и  $0,52$ , прямая связь).
- 3) Приземные инверсии имеют среднюю зависимость загрязнения воздуха ( $0,51$ , прямая связь). От приподнятых инверсий коэффициент слабый ( $-0,44$ , обратная связь).
- 4) Самая слабая зависимость загрязнения наблюдается от температуры воздуха ( $0,36$  – коэффициент корреляции, прямая связь).

### Литература

1. Morrison, J. Sustainable development [Text] / J. Morrison. – UK: Profile Books, 2002. – 370 с.
2. Безуглая Э. Ежегодник состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2011 г. [Текст]: / доктор геогр. наук Э.Ю. Безуглая. – Санкт-Петербург, 2012 – 179 с.
3. Гаврилов А.С., Мханна А., Алтлули Р. Прогноз и климатологический анализ характеристик атмосферы, определяющих рассеяние антропогенных загрязнений- Естественные и технические науки. 2008. № 5 (37). С. 322-325.
4. Гаврилов А.С., Мханна А.И.Н., Харченко Е.В. Верификация модели атмосферного пограничного слоя применительно к задачам прогноза загрязнения атмосферы от очагов лесных пожаров - Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 32. С. 119-129.

## **Климатические факторы, влияющие на толщину льда Каспийского моря и методические указания по прогнозированию его нарастания**

**Наурызбаева Ж.К.<sup>1</sup>, Лобанов В.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Старший научный сотрудник УГМИКМ РГП «Казгидромет», г. Алматы, Казахстан  
Аспирант Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург, Россия, naurozbaeva.zhanar@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Профессор, д-т. н. Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация: Проведен анализ временного хода температуры воздуха, ледового режима, циркуляции атмосферы. По ежесуточным данным разработана методика прогнозирования нарастания толщины льда. Эффективность оценена на зависимом и независимом материале.

Ключевые слова: Каспийское море, максимальная толщина льда, среднемесячные температуры воздуха, изменение климата, прогнозирование нарастания льда.

Основной целью проведенной работы была разработка методических указаний краткосрочного прогноза нарастания суточной толщины льда для казахстанского северо-восточного сектора Каспийского моря и оценка эффективности прогноза на зависимом и независимом материале. Первоначально были проведены работы по исследованию климатических особенностей региона и их изменений с конца 19 века. В процессе были проведены работы по:

- анализу температурного фона по 29 станциям и постам с 1882 по 2019 гг. расчет сумм отрицательных температур за холодный период;
- анализу тенденций многолетних колебаний максимальной толщины льда, анализу суточного нарастания льда в течение ледового периода по прибрежным станциям и станциям на островах;
- выявлению основных факторов, определяющих суточное изменение толщины льда, построены регрессионные зависимости от этих факторов для каждого года;
- анализу характерных дат ледового режима;
- анализу временного хода форм атмосферной циркуляции с 1891 по 2019 гг., выявлены зависимости;
- получению общего прогностического уравнения для многолетнего периода и оценка его эффективности и применимости для каждого года на зависимом материале;
- оценке эффективности результатов краткосрочного прогноза суточного нарастания толщины льда на независимом от расчетов материале наблюдений.

По итогам проделанной работы сделаны следующие выводы. Среднемесячные значения температуры воздуха имеют тенденцию к увеличению в разной степени, сумма отрицательных температур уменьшилась (в абсолютных значениях) в среднем на 28-35 %. Максимальная толщина льда ступенчато уменьшилась в 1980х годах. Наибольшие изменения отмечены в северо-восточной части моря и составила 20 - 28 см. Акватория Среднего Каспия в последние годы практически не имеет устойчивого ледового покрова, в основном наблюдается приносной лед с севера. Повторяемость мягких и умеренных зим увеличилось. По исследованию атмосферной циркуляции выявлено увеличение вклада западного (W) переноса в 2 раза, а вклад формы E, определяющей заток холодного воздуха из Сибири, уменьшился примерно в 1,5 раза. Смещение характерных дат ледового режима показали сокращение продолжительности самого периода, даты становления устойчивого ледового покрова смещены в среднем на неделю, то есть наблюдаются позже. Дата фиксирования максимальной толщины льда отмечается в первой декаде февраля, а не как ранее – в конце февраля - начало марта. Очищение моря наступает в среднем на 10 дней раньше. Площадь льда сокращается, в особенности в январе-марте.

Но северо-восточная часть Каспийского моря, несмотря на сокращение толщины льда, имеет значительную мощь каждый год, достигая 60-70 см, что определяет практическую значимость прогноза его нарастания. Разработанная методика суточного прогнозирования нарастания толщины

льда основывается на эффективных зависимостях (с коэффициентами корреляции  $R$  более 0,9) с нарастающей суммой суточных отрицательных температур от даты устойчивого ее перехода в отрицательную область. Рассчитанные стандартные погрешности нарастания суточной толщины льда по осредненному во времени прогнозируемому уравнению составляют в среднем 3 см на зависимом и 3-4 см на независимом от расчетов материале. Средние систематические погрешности менее 1 см, хотя в отдельные годы могут достигать 9-13 см.

### Литература

- 1 Бухарицин П.И. Исследования каспийских льдов. –Palmarium Academic Publishing. 2019. 122 С.
- 2 Бухарицин П.И., Болдырев Б.Ю., Новиков В.И. Комплексная система гидрометеорологического обеспечения безопасности мореплавания, портов и транспортных комплексов на Каспийском море. Астрахань, 2014. 319 с.
- 3 Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, вып. 1. Гидрометеорологические условия. - СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 359 с.
- 4 Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 7-31.
- 5 Думанская И.О. Ледовые условия морей Европейской части России. - М.: ФГБУ «Гидрометцентр России», 2014. 608 с.
- 6 Ивкина Н.И., Наурузбаева Ж.К. Изменение характеристик ледового режима казахстанской части Каспийского моря, в связи с изменением климата // Гидрометеорология и экология, 2015. № 2. - С. 28-35.
- 7 Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 1. (учебное пособие). - Санкт-Петербург, 2011. 144с.
- 8 Лобанов В.А., Наурузбаева Ж.К. Климатические изменения толщины льда на северном Каспии // Ученые записки РГГМУ. 2018. № 53. С. 172—187. <http://www.rshu.ru/university/notes/archive/issue53/>
- 9 Influence of climate change to the ice regime of the Caspian sea. Professor Bjorn Klove Norway, Dr. N. Ivkina, Zh. Naurozbayeva <http://www.water-ca.org/article/2589> 15 p., 2017
- 10 Precipitation and temperature of the southwest Caspian Sea region during the last 55 years: their trends and teleconnections with large-scale atmospheric phenomena. M. Molavi-Arabshahi, K. Arpeb, S.A.G.Leroy. International Journal of Climatology published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of the Royal Meteorological Society. 2015. <https://www.researchgate.net/publication/281769313>
- 11 Satellite monitoring of sea ice cover and water parameters for the Caspian sea. Asmus V.V., Vasilenko E.V., Zatyagalova V.V., Ivanova N.P., Krovotyntsev V.A., Maksimov A.A., Treni na I.S. Russian meteorology and hydrology. T: 43, № 10. 2018 p. 686-696. allerton press, inc. (New York)

### Climatic factors affecting the ice thickness of the Caspian Sea and method for its forecast

**Naurozbayeva Zh.K.<sup>1</sup>, Lobanov V.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Republican State-owned Enterprise "Kazhydromet", Caspian Sea Hydrometeorological Research Department, Republic of Kazakhstan, Almaty*

*Ph.D.-student, Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*  
*naurozbaeva.zhanar@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Ph.D., prof. Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

Abstract: Were analyzed long-time course of air temperature, ice regime, atmospheric circulation. The predicting methodology for the increase daily ice thickness has been developed based on daily information. Evaluation of the effectiveness of the method was made on the basis of dependent and independent materials.

Keywords: Caspian Sea, maximum ice thickness, monthly average air temperatures, climate change, forecast ice growth.

## Оценка влияния Северо-Атлантического колебания (САК) на циркуляционный режим тропосферы в летний период

Неёлова Л.О.<sup>1</sup>, Гудвезер Т.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, murs2000@mail.ru*

Аннотация. Цель представленного доклада – анализ возникновения и эволюции крупномасштабных барических образований умеренных широт Северного полушария, траекторий их перемещения и явлений погоды, связанных с ними, в летний период 2016-2018 годов, а также, установление определенной связи их развития и интенсивности с центрами действия атмосферы (ЦДА), в частности, с Северо-Атлантическим колебанием (САК).

Ключевые слова. Северо-Атлантическое колебание (САК). Циркуляция. Циклон. Антициклон.

В атмосфере с определенной периодичностью образуются и разрушаются крупномасштабные барические образования. Необходимым условием уточнения прогнозов погоды является определение характерных районов возникновения циклонов и антициклонов во внетропических широтах Северного полушария, их дальнейшего перемещения и развития.

Цель представленного доклада – анализ возникновения циклонов и антициклонов, их траекторий и явлений погоды, связанных с ними, в период с июня по август 2016-2018 гг.

Как известно, в тропосфере умеренных широт Северного полушария преобладающим движением воздушных масс является западно-восточный перенос. Можно предположить, что активность циклонов и антициклонов в определенной степени связана с интенсивностью центров действия атмосферы (ЦДА), а именно, с Северо-Атлантическим колебанием (САК) [1,2,3], и одной из задач исследования является установления определенных зависимостей между Северо-Атлантическим колебанием (САК) и интенсивностью барических образований. В [2] на основании информации о влиянии САК на циклоны, приведенной в [4], постулируется факт возрастания интенсивности штормовых циклонов в зимний период при положительной фазе САК. Что касается летнего периода, то исследования по данному периоду практически не проводились, так как обоснованно предполагается, что летом ослабевает интенсивность ЦДА.

В исследовании рассматриваются параметры циклогенеза и антициклогенеза, условия возникновения и явления погоды, связанные с каждой стадией развития этих образований, проанализирован архив синоптических карт и архив данных САК за летний период 2016-2018 годов. [5,6]. Так же, сделана попытка установить определенную связь траекторий перемещения барических образований с Северо-Атлантическим колебанием. Кроме того, рассмотрены случаи нетипичных траекторий циклонов 13-16 августа 2016 года, 3-10 июля 2018 года, и антициклона 15-22 августа 2017 года.

### Литература

1. Нестеров Е.С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан. – М.: Триада, 2013. – 144 с.
2. Нестеров Е.С. Экстремальные циклоны в Атлантико-Европейском регионе. – М.: Гидрометцентр России, 2018. – 104 с.
3. Pinto J.G. et al. Factors contributing to the development of extreme North Atlantic cyclones and their relationship with the NAO // *Clim. Dyn.* – 2009. – Vol. 32. – P. 711–737.
4. Cheng X. et al. Interannual variability of high-wind occurrence over the North Atlantic // *J. Climate.* – 2001. Vol.24, no 24. P.6515-6527
5. National Oceanic and Atmospheric Administration's – NOAA. URL: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>
6. <http://www.wetterzentrale.de/de/reanalysis.php?model=cfsr&var=1&map=1>

**Assessment of the influence of the North Atlantic oscillation (NAO) on the circulation regime of the troposphere in summer**

**Neelova L.O.<sup>1</sup>, Goodweather T. P.<sup>1</sup>**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, murs2000@mail.ru*

The purpose of this study is to analyze the occurrence of cyclones and anticyclones, their trajectories and weather phenomena associated with them in the summer of 2016-2018, and to establish a certain relationship of their development and intensity with the centers of action of the atmosphere, in particular, with the North Atlantic oscillation (NAO).

Keyword. North Atlantic oscillation (NAO). Circulation. Cyclone. Anticyclone.

## Некоторые особенности изменений регионального климата на примере оценки условий увлажнения юго-востока Западной Сибири на основе изучения периодов недостаточного увлажнения с помощью создания региональных банков данных их характеристик

**Немировская Л.Г.**

*ФГБУ СибНИГМИ («Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт»), Новосибирск, Россия, nemirov@sibnigmi.ru, otg@sibnigmi.ru,*

Аннотация. Особенности региональных климатических изменений исследованы на примере изучения режима осадков юго-востока Западной Сибири. Созданы «Банки данных...» непрерывных периодов недостаточного увлажнения. Получены характеристики их изменений.

Ключевые слова: Региональный климат, Западная Сибирь, периоды недостаточного увлажнения, «Банки данных...», характеристики изменчивости.

Исследования указанного направления проводятся в СибНИГМИ на основе изучения условий увлажнения (в качестве индикатора климатических изменений), как важного показателя глобальных и региональных климатических изменений. При этом параметр – непрерывные периоды наличия и отсутствия осадков, которые существенно информативны для предпосылок к возникновению неблагоприятных гидромет условий, определённые по нескольким критериям. Созданные банки данных и показатели изменений их характеристик размещены на сайте СибНИГМИ (<http://sibnigmi.ru>) в разделе «Продукция» и «Исследования».

Для исследований в указанном направлении в 2017-19 г.г. при изучении периодов недостаточного увлажнения применён вариант критерия близкий к использовавшемуся в [2]. В данной работе это – длительность «сухого» периода, прерываемого только осадками, эффективными для вегетации растений, то есть меньшими определённых пороговых значений, для дифференцированного учёта их режима (критерий назван «специальным»). По специально разработанным алгоритмам и программам созданы «Банки данных периодов недостаточного увлажнения для 61 станции региона за имеющийся ряд наблюдений, в том числе и для экстремальных температурно-влажностных условий. (Таблица 1).

На основе статистического обобщения характеристик изучаемых периодов выявлен ряд региональных особенностей их распределения – например, значительная продолжительность периодов, зоны повышенной их повторяемости по территории (юго-западные районы региона), преимущество весенних месяцев в их сезонном распределении и др. (Рис1.). Разработан подход к картографической интерпретации результатов.

Таблица 1 - Специализированный массив данных (каталог) периодов недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию) с максимальной температурой воздуха 25-30 град., и относительной влажностью  $\leq 50\%$  за период наблюдений по 2018 год для станций Томской области. (Фрагмент).

| НАЗВАНИЕ<br>СТАНЦИИ | ДАТА |            |       | Длит.<br>периода<br>(дни) | Температура воздуха |                    |        | Относительная<br>влажность |       | Атмосферное<br>давление на<br>уровне моря | Скорость<br>ветра |        |
|---------------------|------|------------|-------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------|----------------------------|-------|---|-------------------|--------|
|                     | ГОД  | НАЧАЛ<br>О | КОНЕЦ |                           | сред.               | средняя<br>максим. | максим | миним.                     | сред. |   | сред.             | максим |
|                     |      |            |       |                           |                     |                    |        |                            |       |   |                   |        |
| ТОМСК               | 2016 | 1,06       | 14,06 | 14                        | 18,3                | 25,5               | 32,2   | 28,5                       | 78,3  | 1017,1                                    | 0,9               | 6,4    |

Рассмотрение температурно-влажностных условий во время изучаемых периодов реализовано с помощью расчётов повторяемости (вероятности) разных градаций максимальной температуры и минимальной относительной влажности и иллюстрирует территориальные и сезонные их

особенности, например, повышенную повторяемость неблагоприятных условий увлажнения также в весенние месяцы и др.

Проанализированы тенденции межгодовых изменений характеристик периодов, основанных на подготовке ежегодных суммарных их значений по нескольким индикаторным параметрам и выявлены определённые особенности – например, на фоне положительного тренда осреднённых по региону значений отмечена отрицательная тенденция за последнее 30-летие для некоторых частей региона (Алтая и Новосибирской области). (Рис. 2.).

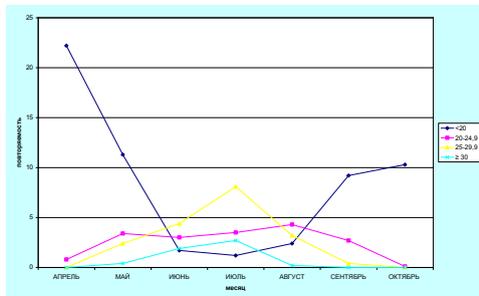


Рисунок 1 – Изменение по месяцам повторяемости (%) градаций максимальной температуры (град.) в периодах недостаточного увлажнения, осреднённого по территории Томской области

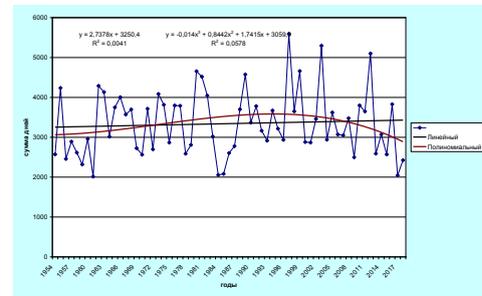


Рисунок 2 – Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах недостаточного увлажнения, определённых по «специальному» критерию осреднённого по территории Западно-Сибирского УГМС (1954-2018 г.г.)

Для анализа «площадных» характеристик созданы «Банки данных об изучаемых периодах в соответствии с охватом ими определённого числа метеостанций» в 2-х вариантах учёта градаций «охвата». Расчёт повторяемости процентов охвата числа станций в соответствии с длительностью «охвата» выявляет ситуации с экстремальными площадными характеристиками. Анализ межгодовых изменений площадных характеристик периодов даёт предварительные указания на положительную их тенденцию для случаев охвата  $\geq 75\%$  числа использованных метеостанций при длительности его лишь в пределах 6-10 дней, и др.

Полученные банки данных и результаты оценки изменений изучаемых периодов подготовлены к размещению на сайте СибНИГМИ. Они не имеют аналогов для данного региона, их методическое и практическое значение – в уточнении региональных климатических изменений, получении вероятностно-климатической оценки возможного наличия изучаемых периодов, важной для улучшения гидрометеобеспечения региона.

### Литература

1. Л.Г. Немировская. Некоторые результаты оценки режима периодов недостаточного увлажнения (определённых по критерию, дифференцированно учитывающего режим осадков в эти периоды), как индикатора региональных климатических изменений, на основе создания специализированных банков данных изучаемых периодов, для юго-востока Западной Сибири. Тезисы докладов на XIII Сибирском совещании по климато-экологическому мониторингу: 15-19 октября 2019 г., г. Томск, с. 88-89.

2. Опасные явления погоды на территории Сибири и Урала. Часть IV – Л: Гидрометеиздат, 1987. – 222 с.

**Some features of regional climate changes as exemplified by the assessment of moisture conditions of the south-east of Western Siberia based on the study of periods of insufficient moisture by means of regional data bank creation**

**Nemirovskaya L.G.**

*SibNIGMI (Siberian Regional Scientific Research Hydrometeorological Institute),  
Novosibirsk, Russia, nemirov@sibnigmi.ru, otg@sibnigmi.ru,*

Abstract. The peculiarities of regional climatic changes are studied on the example of studying the precipitation regime in the southeast of Western Siberia. The Data banks of continuous periods of insufficient moisture were developed. The characteristics of their change were obtained.

Key words: regional climate, Western Siberia, periods of insufficient moisture, data banks, characteristics of variability.

## Валидация баз данных CAMS и трехмерного моделирования WRF-Chem содержания CO<sub>2</sub> вблизи Санкт-Петербурга

Неробелов Г.М.<sup>1</sup>, Тимофеев Ю.М.<sup>1</sup>, Смышляев С.П.<sup>2</sup>, Виролайнен Я.А.<sup>1</sup>,  
Макарова М.В.<sup>1</sup>, Фока С.Ч.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>- Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,  
akulishe95@mail.ru

<sup>2</sup>-Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация: В исследовании проводилась валидация данных о содержании CO<sub>2</sub> на территории мегаполиса Санкт-Петербурга (Россия) по результатам численного моделирования (база данных CAMS, модель WRF-Chem) при помощи измерений (локальных и дистанционных).

Ключевые слова: парниковые газы, содержание CO<sub>2</sub>, CAMS, WRF-Chem, моделирование переноса CO<sub>2</sub>, локальные и дистанционные измерения

Климат Земли постепенно изменяется под воздействием парниковых газов антропогенного происхождения, влияние которых увеличивается от года к году. Это обстоятельство, а также обязательства контроля исполнения международных договоров о снижении антропогенных эмиссий побуждают исследователей создавать и совершенствовать способы мониторинга выбросов подобных газов с территорий мегаполисов на основе локальных и дистанционных наблюдений [1, 2, 3]. Так как задача по определению эмиссий из данных наблюдений является некорректной обратной, она требует априорной информации об исследуемых газах. Источником такой информации могут служить результаты численного моделирования вариации парниковых газов в атмосфере. Важной задачей является валидация подобных результатов, путем сравнения с данными наблюдений. В данном исследовании проводится сопоставление результатов численных экспериментов продукта CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service) (2018 год) [4] и модели WRF-Chem (март и апрель 2019 года) с результатами локальных и дистанционных наблюдений в районе мегаполиса Санкт-Петербурга (Россия).

В качестве данных локальных наблюдений использовались измерения приземного содержания CO<sub>2</sub> газоанализатором на станции г. Петергофа. В качестве дистанционных наблюдений использовались результаты наземных измерений в г. Петергофе, полученные при помощи инфракрасного Фурье-спектрометра Bruker 125HR, а также данные спутникового зондирования OCO-2 вблизи г. Санкт-Петербурга. Данные CAMS и WRF-Chem представлены в виде пространственно-временного распределения концентрации CO<sub>2</sub> на разных вертикальных уровнях, а также средней концентрации по атмосферному столбу (XCO<sub>2</sub>). Однако, результаты CAMS получены на основе численного моделирования с помощью глобальной модели атмосферного переноса LMDz, тогда как WRF-Chem является региональной моделью и была запущена с более высоким пространственным разрешением (3x3 км<sup>2</sup> и около 200x400 км<sup>2</sup>, соответственно).

Анализ показал, что средние отличия между данными CAMS и результатами локальных измерений значительно варьировались в зависимости от месяца (более 3% в декабре и от 0 до 2% в остальные месяцы 2018 года). Наибольшее среднеквадратическое отклонение (СКО) наблюдалось в мае, июле, сентябре и декабре (до 4-5%), тогда как наименьшее – в январе и феврале (около 2%). Коэффициент корреляции тренда изменения также значительно менялся в течение года, с максимумом в ноябре (0.81±0.08) и минимумом в апреле (0.26±0.14). Сопоставление общих содержаний XCO<sub>2</sub> выявило значительное сходство между результатами CAMS и данными дистанционного измерения (среднее отличие около 0.1%). Коэффициенты корреляции оказались относительно высокими и составили 0.81±0.09 для наземных и 0.96±0.17 для спутниковых наблюдений.

Сравнительный анализ результатов WRF-Chem с данными локальных наблюдений показал, что в среднем модельная концентрация CO<sub>2</sub> отличается от измеренной менее, чем на 1%. СКО

находится в диапазоне 1-2%. Коэффициент корреляции оказался больше 0.7 для обоих месяцев измерений ЕММЕ [2]. Сопоставление с данными дистанционных измерений показало, что результаты моделирования в большинстве случаев больше измерений в среднем на 0.4-2.5 %, а коэффициент корреляции варьировался от 0.2 до 0.5 для наземных и от 0.6 до 0.7 для спутниковых наблюдений. По данным WRF-Chem, вклад Санкт-Петербурга в общее содержание CO<sub>2</sub> в атмосферном столбе имеет схожие значения и тот же знак, что и измеренные значения [2] в 5 из 8 дней.

Анализ показал, что, хотя в отдельные периоды наблюдались существенные отличия, в целом, данные наблюдений и результаты продукта CAMS находятся в хорошем соответствии (в особенности для среднего отношения смеси CO<sub>2</sub>), тогда как результаты WRF-Chem демонстрируют неплохое соответствие с локальными измерениями и худшее соответствие с результатами дистанционных наблюдений. Следовательно, исследуемые результаты CAMS могут быть использованы в качестве априорных данных при определении антропогенных выбросов CO<sub>2</sub> с территории мегаполиса Санкт-Петербурга. Для использования результатов WRF-Chem в качестве априорной информации требуется исследование, которое позволит улучшить соответствие данных численного эксперимента и измерений.

#### Литература

1. Тимофеев Ю.М., Неробелов Г. М., Виролайнен Я. А., Поберовский А. В., Фока С. Ч., Оценки антропогенных эмиссий CO<sub>2</sub> мегаполиса Санкт-Петербурга, Доклады российской академии наук: Науки о Земле, т. 494, №1, в печати, 2020, С. 93-96
2. Makarova M.V., Hase F., Ionov D.V., et al. Emission Monitoring Mobile Experiment (EMME): An Over-view and First Results of the St. Petersburg Megacity Campaign-2019 // Atmos. Meas. Tech., на обсуждении, <https://doi.org/10.5194/amt-2020-87>
3. Тимофеев Ю.М., Березин И. А., Виролайнен Я. А. и др. Оценки антропогенных эмиссий CO<sub>2</sub> для Москвы и Санкт-Петербурга по данным спутниковых измерений OCO-2. // Оптика атмосферы и океана. 2020. Т. 33. № 4. С. 261–265
4. Неробелов Г.М., Тимофеев Ю.М., Смышляев С.П., Виролайнен Я.А., Макарова М.В., Фока С.Ч. Сопоставление баз данных содержания CO<sub>2</sub> CAMS и измерений в Петергофе. // Оптика атмосферы и океана, принято в печать, 2020

### Validation of CAMS database and WRF-Chem 3D modelling of CO<sub>2</sub> content near Saint-Petersburg

**Nerobelov G.M.<sup>1</sup>, Timofeev Yu.M.<sup>1</sup>, Smyshlyaev S.P.<sup>2</sup>, Virolainen Ya.A.<sup>1</sup>,  
Makarova M.V.<sup>1</sup>, Foka S.C.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>– Saint-Petersburg state university, Saint-Petersburg, Russia, [akulishe95@mail.ru](mailto:akulishe95@mail.ru)

<sup>2</sup>– Russian state hydrometeorological university, Saint-Petersburg, Russia

Abstract: The validation of the data of CO<sub>2</sub> content on the territory of Saint-Petersburg metropolis (Russia) according to the results of numerical modelling (CAMS database, WRF-Chem model) was carried out in current study using measurements (local and remote).

Key words: greenhouse gases, CO<sub>2</sub> content, CAMS, WRF-Chem, modeling of CO<sub>2</sub> transport, local and remote measurements.

## Исследования содержания CO<sub>2</sub> вблизи российских городов по спутниковым данным ОСО-2

Никитенко А.А.<sup>1</sup>, Тимофеев Ю.М.<sup>1</sup>, Виролайнен Я.А.<sup>1</sup>, Березин И.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>– Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: nikki\_nic@mail.ru

Аннотация. В работе проанализированы пространственно-временные вариации углекислого газа в нескольких городах России на основе спутниковых измерений ОСО-2 за 4,5 года.

Ключевые слова: пространственно-временные вариации содержания CO<sub>2</sub>, спутник ОСО-2, ансамбль данных индекса качества «0», ансамбль данных индекса качества «1», Фурье-спектрометр Bruker 125HR

Мониторинг содержания парниковых газов, в частности углекислого газа, является важным и необходимым аспектом контроля климатических изменений на планете [1]. В настоящее время исследования пространственно-временных вариаций CO<sub>2</sub> проводятся с помощью регулярных наземных и спутниковых измерений. Наземные спектроскопические измерения общего содержания CO<sub>2</sub> по прямому солнечному излучению осуществляются в ближнем ИК-диапазоне на станции международной сети TCCON (Total Carbon Column Observing Network) и в среднем ИК-диапазоне на станции международной сети наблюдений NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change). В последние годы внедряются и осуществляются проекты спутниковых методов измерений. Различная спутниковая аппаратура (SCIAMACHY, AIRS, GOSAT, ОСО-2 и т.д.) после валидации с помощью наземных и самолетных измерений позволяет определять среднее отношение смеси CO<sub>2</sub> XCO<sub>2</sub> с высокой точностью (0.25-0.5%) [2-3]. Относительно высокое пространственное разрешение приборов (например, ОСО-2) позволяет исследовать пространственно-временные вариации содержания CO<sub>2</sub>, которые при соответствующих условиях дают возможность оценивать антропогенные эмиссии различных городов.

В настоящей работе представлены исследования пространственно-временных вариаций CO<sub>2</sub> в российских городах (Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбургa, Магнитогорска и Норильска) с помощью измерений спутниковой аппаратуры Orbiting Carbon Observatory 2 (ОСО-2) [4,5]. Спутник ОСО-2 был запущен в июле 2014 г. на солнечно-синхронную орбиту, главной целью которого является определения пространственно-временных вариаций содержания CO<sub>2</sub>, а также интенсивностей источников и стоков углекислого газа в региональном масштабе. Получаемые данные со спутника ОСО-2 представлены в виде 2-х ансамблей: высокого (индекс качества «0») и среднего качества (индекс качества «1»). Эти ансамбли отличаются для всех указанных городов числом дней измерений, общим число измерений CO<sub>2</sub>, пространственным и временным охватом, а также погрешностями измерений CO<sub>2</sub>. Данные индекса качества «0» имеют высокую точность измерений CO<sub>2</sub> и в основном охватывают весенние и летние месяцы, что позволяет изучить вариации CO<sub>2</sub> в теплый период года. Измерения ансамбля с индексом качества «1» наблюдаются в течение всего года, но их погрешности в 2-5 раз больше [6].

В докладе приводятся различные характеристики среднего отношения смеси XCO<sub>2</sub> для ряда российских городов – минимальные и максимальные значения, амплитуды вариаций, минимальные и максимальные среднедневные значения, среднеквадратические отклонения и т.д. Проведены сопоставления наземных измерений содержания CO<sub>2</sub> Фурье-спектрометра Bruker 125HR и спутниковых данных ОСО-2 в районе Санкт-Петербурга. Для анализа были выбраны спутниковые данные ОСО-2 высокого качества (индекс «0») осредненные за день и попадающие в область с радиусом 100 км, 200 км и 300 км от центра Санкт-Петербурга. Ансамбль наземных данных представляет собой измерения Фурье-спектрометра Bruker 125HR также осредненные за день. Перед сопоставлением со спутниковыми данными наземные измерения были уменьшены на 2,5% для исключения систематического сдвига как было предложено в работе [3].

При сравнительном анализе наземных спектроскопических измерений CO<sub>2</sub> с помощью Фурье-

спектрометра Bruker 125HR и спутниковых измерений OCO-2 вблизи города Санкт-Петербурга за 2014-2019 гг. всего было получено 79 совпадающих дней: 27 дней для спутниковых данных OCO-2 в радиусе 100 км от центра города, 56 дней – в радиусе от центра города 200 км и 79 дней - в радиусе от центра города 300 км. Исключение систематического сдвига наземных измерений вариаций XCO<sub>2</sub> на 2.5% позволило использовать их для валидации спутниковых измерений. После коррекции данных сравнительный анализ показал хорошее согласие между двумя типами измерений со стандартными отклонениями 2,37-2,58 ppm; среднеквадратическими отличиями 2,55 - 2,77 ppm и средними рассогласованиями 1,39 - 1,54 ppm для 3-х пространственных областей 100 км, 200 км и 300 км от центра города. Коэффициенты корреляции между наземными и спутниковыми измерениями во всех 3-х случаях сопоставлений оказались равными (0,94-0,95).

#### Литература

1. Переведенцев Ю.П. Теория климата: учебное пособие. – 2-е изд. перераб. и доп. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2009. – 504 с.
2. Hakkarainen J., Jalongo I., Tamminen J. Direct space-based observations of anthropogenic CO<sub>2</sub> emission areas from OCO-2 // *Geophys. Res. Lett.* 2016. V. 43. P. 11,400–11,406. DOI: 10.1002/2016GL070885.
3. Тимофеев Ю.М., Березин И.А., Виролайнен Я.А., Макарова М.В., Поляков А.В., Поберовский А.В., Филиппов Н.Н., Фока С.Ч. Пространственно-временные вариации содержания CO<sub>2</sub> по данным спутниковых и наземных измерений вблизи Санкт-Петербурга // *Изв. РАН. ФАО.* 2019. Т. 55, № 1. С. 65–72.
4. Jet Propulsion Laboratory. California Institute of Technology [Electronic resource]. URL: <https://ocov2.jpl.nasa.gov/> (last access: 25.01.2020).
5. Orbiting Carbon Observatory-2 Launch (Press Kit) // NASA. 2015. URL: [https://www.jpl.nasa.gov/news/press\\_kits/oco2-launch-press-kit.pdf](https://www.jpl.nasa.gov/news/press_kits/oco2-launch-press-kit.pdf).
6. Никитенко А.А., Тимофеев Ю.М., Березин И.А., Виролайнен Я.А., Поляков А.В. Анализ содержания CO<sub>2</sub> вблизи российских городов по спутниковым измерениям OCO-2 // *Оптика атмосф. и океана.* 2020. Т. 33, № 7. С. 538–543.

### Research of OCO-2 satellite measurements of CO<sub>2</sub> near Russian cities

**Nikitenko A.A.<sup>1</sup>, Timofeev Yu.M.<sup>1</sup>, Virolainen Ya.A.<sup>1</sup>, Berezin I.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>– Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia E-mail: [nikki\\_nic@mail.ru](mailto:nikki_nic@mail.ru)

Abstract. CO<sub>2</sub> spatial and temporal variability in some Russian regions has been analyzed on the basis of OCO-2 satellite measurements during 4.5 years.

Keywords: spatial-temporal variability of carbon dioxide, OCO-2 satellite, XCO<sub>2</sub> data with a quality flag “0”, XCO<sub>2</sub> data with a quality flag “1”, Bruker 125 HR..

**Климатические особенности и климатообразующие факторы Памира и их вклад в формирование снежно-ледовых и водных ресурсов зон формирования речных систем****Норматов И.Ш.<sup>1</sup>, Муминов А.О.<sup>1</sup>, Норматов П.И.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>-Таджикский национальный университет, Душанбе, Таджикистан, [inomnor@gmail.com](mailto:inomnor@gmail.com)<sup>2</sup>-Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Р. Таджикистан, Душанбе, Таджикистан

Аннотация. Проанализированы существующие представления о климатообразующих факторах горного Памира и представлены результаты мониторинга метеорологических условий климатических зон Памира.

Ключевые слова. Памир, климатические зоны, река Пяндж, ГБАО, бассейн, водосбор.

Особая чувствительность горных территорий к изменениям климата и ее доминирующая роль в жизнедеятельности компонентов экосистем высокогорья, предгорья, долин низовья определяет актуальность исследований в плане разработки механизмов их адаптации к катаклизмам климата.

Современная тенденция развития природных явлений (потепление климата, экстремальные природные ситуации и т. д.) стимулирует принятие решительных мер по смягчению последствий изменения климата. Например, Постановлением Правительства Республики Таджикистан (№209, 03 мая 2010 г.) для постоянного мониторинга утверждена Государственная программа изучения и сохранения ледников Республики Таджикистан на период 2010-2030 гг. и изучение ледников в Таджикистане. Необходимость утверждения такой программы оправдана тем, что, несмотря на небольшую площадь территории (чуть более 10% от общей площади Центральной Азии), Таджикистан имеет более 11000 км<sup>2</sup> территории. Площадь оледенения, занятая более чем 14 тысячами ледников, формирующих более 65% водных ресурсов региона. Памир является основной зоной оледенения республики общей площадью 8 500 км<sup>2</sup>.

Что касается метеорологических изменений и эволюции ледников, то южный Памир является переходной зоной между Памиром, Гиндукушем, Каракорумом и является водонапорной башней Центральной Азии. Сельское хозяйство и гидроэнергетика являются основой экономики Центральной Азии [1,2], что делает около 60 миллионов человек зависимыми от талых вод Памира [3]. Следовательно, исследование нынешних и будущих (ледниковых) водных ресурсов имеет фундаментальное значение для местных сообществ и заинтересованных сторон.

Вся территория Республики Таджикистан 93% которой занимают горы располагается в четырех климатических зонах. Из них для Горно-Бадахшанской Автономной Области (ГБАО), охватывающего почти весь горный Памир и являющейся зоной формирования трансграничной реки Пяндж характерны три климатических условия: теплый континентальный (среднеземноморский континентальный); холодный полуаридный и сухой холодный. Существование трех географических территорий с совершенно разными климатическими условиями на ГБАО свидетельствует о климатообразующей роли Памира.

Относительно климатообразующих факторов Памира имеются разные предположения.

Наблюдаемые на метеорологических станциях Памира годовой ход осадков показывает, что максимальное количество осадков на Восточном Памире соответствует май месяцу, который согласно [4] связано с проникновением северной ветви западного потока и что переход температуры через 0<sup>0</sup> происходит на Восточном Памире в конце апреля- начале мая. Именно в это время рассасывается антициклон, и западный поток устремляется на Восточный Памир. На этот счет имеются и другие точки зрения. Однако, как утверждается в [5] проникновение воздушных масс на территорию Памира летом связано с захватом западными течениями муссонной массы и перенос на верхние слои тропосферы и перевод муссонов на Восточный Памир через долины Вахандарья.

На высотах до 3000 м.н.у.м средняя температура воздуха на Памире изменяется от -10<sup>0</sup>С и выше в июле-августе от 23,5<sup>0</sup> и ниже. Выше 3000 м средняя январская температура варьируется от-

$10^0$  до- $26,1^0$ , июльская от  $4,9$  до  $13,9^0$ . Сумма эффективных температур воздуха выше  $10^0$  в целом зависит от высоты местности. Например, в Хороге (2030 м) она достигает 14930, в Ирхте (3440 м) -  $381^0$ , в Мургабе (3640 м) -  $212^0$ , а в Джавшангозе (3500 м) -  $115^0$  [6].

Климат Памира характеризуется переходом между двумя системами циркуляции атмосферы. Большая часть осадков обеспечивается Западными потоками в зимний и весенние сезоны, а летно-осенний сезон Индийскими летними муссонами (ИЛМ). Взаимодействие воздушных масс с орографическими возвышенностями приводит к направлению воздушных потоков к западным районам к северу и югу от Памира и вызывает концентрированные осадки на окраинах. По направлению к восточному плато количество осадков уменьшается. Осадки от ИЛМ уменьшаются с юго-востока к центральному Памиру и к Тибетскому плато. Высокие горные цепи, такие как Каракорум и Гиндукуш, эффективно защищают Памир от ИЛМ [7].

Следует отметить, что в большинстве случаев рассуждений относительно динамики развития метеорологических условий горных территорий и Памира в частности делается на основе результатов математических моделей и сценариев, которые часто из-за недостаточности данных натуральных наблюдений для калибровки приводят к ошибочным заключениям.

Целью настоящей работы является сбор, обобщение и систематизация данных основных наблюдательных станций в каждой из климатических зон горного Памира и их анализ в увязке с гидрологическими характеристиками рек с водосборами в соответствующих климатических зонах.

Для мониторинга метеорологических условий были использованы данные метеорологических станций функционирующие во всех климатических зонах бассейна реки Пяндж:

Ирхт (3290 м НУМ,  $38^{\circ}6' 72^{\circ}36'$ ), Ишкашим (2600 м НУМ,  $36^{\circ}43' 71^{\circ}36'$ ), Дарваз (1279 м НУМ,  $38^{\circ}26' 70^{\circ}47'$ ), Джавшангоз (3410 м НУМ,  $37^{\circ}21' 72^{\circ}27'$ ), Хорог (2077 м НУМ,  $37^{\circ} 30' 71^{\circ}30'$ ) и Мургаб (3576 м НУМ,  $38^{\circ}12' 74^{\circ}00'$ ).

Было обнаружено, что во всех климатических зонах Памира происходит потепление климата и данный процесс протекает в более ускоренном виде на высокогорье в зоне водосбора реки Пяндж. Таким образом согласно проведенным расчетом возрастание температуры в бассейне реки Пяндж к 2050 году ожидается на  $0,31-0,54$  °С. В частности, в: Дарвазе -  $0,9-1,0$  °С; Хороге -  $0,33$  °С; Ишкашине -  $0,54$  °С; Ирхте -  $0,39$  °С; Джавшангозе -  $0,36$  °С; Мургабе -  $0,45$  °С.

Динамика изменения атмосферных осадков по данным метеостанций Дарваз, Хорог, Ишкашим, Ирхт, Джавшангоз и Мургаб бассейна р. Пяндж показывает ее неоднозначное поведение в разных климатических зонах благодаря наличию фактора влияния орографии горной местности на распространении воздушных масс.

В работе также представлены результаты мониторинга гидрологических характеристик рек Гунт и Ванч- основных притоков реки Пяндж за период 1960-2020 гг и влияние климатических особенностей бассейнов рек на формирование стока.

#### Литература

1. Varis, O. Resources: Curb vast water use in Central Asia. *Nature* **2014**, *514*, 27–29.
2. ВТИ. *Tajikistan Country Report*; Bertelsmann Stiftung: Gütersloh, Germany, 2012; Available online: [http://www.bti-project.de/uploads/tx\\_itaio\\_download/BTI\\_2012\\_Tajikistan.pdf](http://www.bti-project.de/uploads/tx_itaio_download/BTI_2012_Tajikistan.pdf) (accessed on 6 June 2017).
3. Knoche, M., Merz, R., Lindner, M and Weise, S.M. Bridging Glaciological and Hydrological Trends in the Pamir Mountains, Central Asia. *Water* 2017, *9*, 422, 1-28. DOI: 10.3390/w9060422.
4. Агаханянц О. Е. Основные проблемы физической географии Памира. Душанбе, 1965. – 115с.
5. Смоляков П. Д. и др. Об орографических факторах в общей циркуляции атмосферы. Казань. 1971. – 19с.
6. Агроклиматические ресурсы. Таджикской ССР. Часть 1, Гидрометеиздат, Л., 1976. – 101с.
7. Fuchs, M.C., Gloaguen, R., Pohl, E. Tectonic and climatic forcing on the Pyanj river system during the Quaternary. *Int. J. Earth Sci.*, 102(7), 1985–2003. Doi: 10.1007/s00531-013-0916-2.

**Climatic features and climate-forming factors of the Pamirs and their contribution to the formation of snow-ice and water resources in the formation zones of river systems**

**Inom Normatov<sup>1</sup>, Abulkosim Muminov<sup>1</sup>, Parviz Normatov<sup>2</sup>**

Abstract. The existing points of view on the climate-forming factors of the mountainous Pamirs are analyzed and the results of monitoring the meteorological conditions of the climatic zones of the Pamirs are presented.

Key words: Pamir, climatic zones, Pyanj river, GBAO, basin, catchment.

## **Мониторинг формирования и распределения снежного покрова по климатическим зонам верховья трансграничной реки Пяндж**

**Норматов П.И.<sup>1</sup>, Одинаев К. Н.<sup>2</sup>, Норматов И.Ш.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Р. Таджикистан, Душанбе, Таджикистан, norparviz89@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Таджикский национальный университет, Душанбе, Таджикистан*

Аннотация. Представлены результаты исследования по формированию снежного покрова на верховье трансграничной реки Пяндж. Обнаружено месячное распределение снежного покрова в зависимости от климатических условий. Установлено, что в теплой континентальной климатической зоне Памира максимальная глубина снежного покрова образуется в феврале, в сухой холодной в марте и в холодной полуаридной климатической зоне в декабре. Предложена схема проникновения воздушных масс на территорию бассейна реки Пяндж.

Ключевые слова: Памир, трансграничный, Пяндж, снежный покров, климатические зоны

Разнообразие климатических условий Центральной Азии, нахождение закономерностей изменения метеорологических процессов в зависимости от географических и геоэкологических особенностей региона обусловили необходимость климатического районирования. Памир рассматривается как область, где происходит смена влажных, холодных средиземноморских осадков на сухие среднеазиатские.

Территория Республики Таджикистан характеризуется четырьмя климатическими зонами. В свою очередь, Горно-Бадахшанская автономная область (ГБАО), занимающая почти весь горный Памир и являющаяся зоной формирования трансграничной реки Пяндж одной из главных притоков трансграничной реки региона Центральной Азии Амударьи.

Учитывая особую чувствительность горной экосистемы к изменениям климата проведения комплексных исследований по определению состояния снежно-ледовых и водных ресурсов на верховьях трансграничных рек и динамики их изменения является актуальной с точки зрения предсказания степени водообеспеченности низовьях рек в перспективном будущем.

Объектом исследования настоящей работы являются климатические зоны Южного и Западного, Центрального и Восточного Памира.

Целью работы является исследование процессов формирования снежного покрова по климатическим зонам бассейна реки Пяндж и определение зоны проникновения воздушных масс в зоне формирования речных систем Памира.

Установлено, что в разных климатических зонах Памира образование высоких слоев снежного покрова соответствует разным временам года. Однако обнаруживается определенная взаимосвязь между периодами с максимальной высотой снежного покрова и климатическими условиями. Обнаружено, что в теплой континентальной климатической зоне Памира формирование достаточной высоты снежного покрова происходит в феврале, в холодной полуаридной климатической зоне в декабре месяце. На Булункуле и Шаймаке расположенные в сухой холодной климатической зоне образование достаточного слоя снега происходит в март месяце. Предположено, что разнообразие в формировании снежного покрова в климатических зонах высокогорья Памира прежде всего обусловлено влиянием орографии местности на распространении воздушных масс.

Сопоставлением максимальных значений снежного покрова в холодных полусухих (Пенджикент), сухих холодных (Шаймак) и теплых континентальных (Хорог) климатических зонах показано, что максимальная высота снежного покрова наблюдается в декабре, январе и феврале на метеостанциях Пенджикент, Шаймак и Хорог соответственно.

Обнаружено, что на метеостанции, расположенной в зоне теплого континентального климата - Ирхт, максимальная высота снежного покрова формируется в феврале, а на метеостанции Ишкочим, расположенной так же, как и Пенджикент в зоне сухого холодного климата, в отличие от

Пенджикента в декабре.

Гиссарский хребет будет выступать в качестве барьера, за счет которого воздушные массы, теряя изрядную долю влаги, достигают ослабленной холодной полусасушливой климатической зоны. Эта закономерность наблюдается также при движении воздушных масс в восточную часть Памира.

### **Monitoring the formation and distribution of snow cover in climatic zones of the upstream of the Transboundary Pyanj River**

**Parviz Normatov<sup>1</sup>, Qodir Odinaev<sup>2</sup>, Inom Normatov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*–Institute of Water problems, Hydropower and Ecology AS RT, Dushanbe, Tajikistan,  
norparviz89@gmail.com*

<sup>2</sup>*Tajik National University, Dushanbe, Tajikistan*

**Abstract.** The results of a study on the formation of snow cover on the upstream of the transboundary Pyanj river are presented. The monthly distribution of snow cover in depending on climatic conditions was observed. It is established that in the warm continental climate zone of the Pamir the maximum depth of snow cover is formed in February, in the dry cold in March and in the cold semi-arid climate zone in December. The scheme of air mass penetration into the territory of the Pyanj river basin is proposed.

**Key words:** Pamir, transboundary, Pyanj, snow cover, climate zones

## Региональные проявления глобального потепления климата (на примере Приволжского федерального округа)

Ю.П. Переведенцев<sup>1</sup>, Б.Г. Шерстюков<sup>2</sup>, К.М. Шангалинский<sup>1</sup>, Н.А. Мирсаева<sup>1</sup>, М.А. Мягков<sup>1</sup>, Т.Р. Аухадеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия *ypereved@kpfu.ru*

<sup>2</sup> – Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных, Обнинск, Россия

Аннотация. Рассматриваются долгопериодные колебания основных климатических показателей (температура и влажность воздуха, атмосферные осадки) на территории Приволжского федерального округа (ПФО) в период XIX-XXI веках.

Ключевые слова: температура воздуха, аномалия, атмосферные осадки, низкочастотная компонента, коэффициент корреляции, параметры линейного тренда, тенденция изменения.

Изучение климатических изменений в Среднем Поволжье имеет длительную историю благодаря открытию в 1812 г. при Казанском университете Метеорологической обсерватории (МО). Основные результаты этих исследований опубликованы в ряде изданий, среди которых [1-3]. В данной статье рассматриваются пространственно-временные изменения основных климатических показателей – температуры воздуха, атмосферных осадков и др. на территории ПФО в период XIX-XXI веков. В качестве исходных данных использовались данные приземной температуры воздуха (ТВ) по всему Земному шару (1850-2018 гг.) университета Восточной Англии (CRU), реанализов (1948-2018 гг.), 183 метеостанций (1966-2018 гг.) расположенных на территории ПФО, данные МО Казанского университета, индексы атмосферной циркуляции САК, АО, SCAND, АМО.

Временные ряды исходных данных подвергались статистической обработке, выделение низкочастотной компоненты (НЧК) в метеорологических рядах осуществлялось с помощью низкочастотного фильтра Поттера с точкой отсечения 15 лет и более. Достоверность результатов оценивалась с помощью критерия Фишера.

Долгопериодные колебания ТВ в Казани в значительной степени согласуются с колебаниями приземной ТВ осредненной по СП. Кривые НЧК имеют значительное сходство, однако современное значительное потепление началось с 1960 г. (на 15 лет раньше, чем по СП). При этом величина аномалии ТВ в заключительный период составила в Казани 1,2°C, а по всей территории СП лишь 0,8°C.

В начале XXI века произошел значительный скачок средней годовой приземной температуры воздуха (СГТВ) осредненной по территории ПФО на 1,2°C, при этом вдвое уменьшилась величина межгодовой изменчивости температуры, а минимальное значение СГТВ резко повысилось с 0,55°C до 3,58°C.

В период 2000-2018 гг. по сравнению с периодом 1955-1999 гг. значительно сократилось число случаев с крупной отрицательной аномалией ТВ и, наоборот, возросло число положительных. В этот же период возникло наибольшее количество опасных явлений на территории ПФО.

Выявлены достоверные корреляционные связи между среднемесячными значениями ТВ и индексами атмосферной циркуляции NAO, АО, SCAND, АМО в зимний период. Для летнего периода связи незначимы.

Выявлено, что годовая сумма атмосферных осадков в целом по ПФО возрастает. При этом заметный прирост осадков происходит в основном в весеннее и раннее летнее время, в июле на большей части ПФО осадки уменьшаются.

Анализ низкочастотных компонент ТВ 12 длиннорядных станций (1888-2018 гг.) позволил выделить однородные периоды с повышением (понижением температуры), оценить как величину, так и скорость этих изменений во времени на всей территории Среднего Поволжья и Предуралья. И если до середины 1970-х годов региональные изменения средней годовой ТВ и всего северного

полушария испытывали временные колебания в том числе противофазного характера, то, начиная с середины 1970-х годов, отмечается повсеместный процесс интенсивного потепления климата.

Современное потепление климата охватило весь регион, при этом процесс потепления на западе ПФО происходит более активно, чем на востоке.

Поведение атмосферных осадков в ПФО во времени носит более сложный характер, чем ТВ. Начиная со второй половины 1970-х годов, согласно хода НЧК осадков, количество зимних осадков возрастает до 2018 г. Летние осадки, достигнув во второй половине 1980-х годов своего максимума до 2009 г. уменьшались и лишь в последнее время стали вновь возрастать. Годовая сумма осадков с 2010 г. также увеличивается, что свидетельствует о повышении увлажненности региона.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 18-05-00721, 18-45-160006, 20-55-00014).

#### Литература

1. Переведенцев Ю.П., Соколов В.В., Наумов Э.П. Климат и окружающая среда Приволжского федерального округа. – Казань, Казан. ун-т, 2013, 224 с.

2. Переведенцев Ю.П., Исмагилов Н.В., Шерстюков Б.Г., и др. Современные изменения климата Республики Татарстан // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия: География. Геоэкология, 2008, №2, с. 13-23.

3. Переведенцев Ю.П., Васильев А.А., Шанталинский К.М., Гурьянов В.В. Климатические изменения приземных полей атмосферного давления и температуры воздуха в умеренных широтах Северного полушария // Метеорология и гидрология, 2017, №7, с. 81-93.

### Regional manifestations of global warming (on the example of the Volga Federal District)

Yu.P. Perevedentsev <sup>1</sup>, B.G. Sherstyukov <sup>2</sup>,  
 K.M. Shantalinsky <sup>1</sup>, N.A. Mirsaev <sup>1</sup>,  
 M.A. Myagkov <sup>1</sup>, T.R. Aukhadeev <sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Kazan Federal University, Kazan, Russia *ypereved @ kpfu.ru*

<sup>2</sup> – All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information World Data Centre (RIHMI-WDC), Obninsk, Russia

Abstract. Long-term fluctuations of the main climatic indicators (temperature and humidity, atmospheric precipitation) in the territory of the Volga Federal District (PFD) during the 19th-21st centuries are considered.

Key words: air temperature, anomaly, precipitation, low-frequency component, correlation coefficient, linear trend parameters, trend of change.

## Система взаимной конвертации баз данных различной структуры

Перетяцько Л.О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», Обнинск, Российская Федерация, [leon0121@yandex.ru](mailto:leon0121@yandex.ru)

Работа посвящена системе взаимной конвертации баз данных различной структуры, с контролем адекватности результата, разрабатываемой в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», направленной для обеспечения возможности предоставлять данные потребителям в удобном для них формате.

Ключевые слова: Росгидромет, ВНИИГМИ-МЦД, ЕГФД, конвертация данных, язык описания гидрометеорологических данных - ЯОД, структура данных, конвертация данных.

В Российской Федерации функции по оказанию услуг в области гидрометеорологии, мониторинга состояния окружающей среды, определения уровня её загрязнения осуществляет федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – Росгидромет.

Данные из наблюдательной сети Росгидромета, системы стационарных и подвижных пунктов наблюдений, проводящей регулярные метеорологические, аэрологические и другие наблюдения, стекаются в территориальные управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС). В состав Росгидромета входит 25 УГМС, передающие первичные данные, полученные из наблюдательной сети, в Единый государственный фонд данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении (ЕГФД).

ЕГФД является ведомственным архивным фондом, в рамках которого обеспечивается долговременное (в том числе и постоянное) хранение государственных информационных ресурсов, в первую очередь, Росгидромета, а также обслуживание потребителей. Головной организацией формирования ЕГФД является Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных» (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», далее просто ВНИИГМИ-МЦД), который осуществляет обработку полученных данных и пополнение ЕГФД – долговременного хранилища данных.

Данные в ЕГФД хранятся на бумажных носителях, в виде фотоснимков, в электронном виде на магнитных лентах и жестких дисках. Электронные данные в ЕГФД хранятся в виде максимально приближенном к виду данных получаемых из наблюдательной сети, которые соответствуют иерархической модели данных, и описываются языком описания гидрометеорологических данных (ЯОД) [1], сохраняющим структуру данных получаемых от наблюдательных сетей.

ЕГФД состоит из двух частей:

- Архивная, создание и эксплуатация, которой осуществляется по правилам Росархива. В ней данные статичны, хранятся без всяких изменений и оформляются как документы по правилам Росархива, при этом всякая новая порция данных наблюдательной сети оформляется как новая единица хранения.

- Динамической (не архивной) части, которая формируется на основе данных Архивной части, и не требует хранения по архивным правилам, потому, что содержит динамически изменяемые данные и документы. В этой части ЕГФД содержатся верифицированные и нормализованные данные.

Обслуживание потребителей ЕГФД состоит в предоставлении доступа нормализованным архивам данных по видам наблюдений, формирование выборок и специализированных массивов данных по запросам потребителей в виде файлов в формате плоской таблицы, CSV, в формате ЯОД [2].

Для увеличения эффективности обслуживания потребителей, выражающейся в предоставлении данных в удобном для них виде, разрабатывается система взаимной конвертации баз данных различной структуры, с контролем адекватности результатов конвертации.

Система должна обеспечить предоставление данных в формате удобном для конкретного получателя (реляционном, табличном, XML, NetCDF и др.). Для этого необходимо разработать

следующие технологии:

- технологии взаимной конвертации данных из одного формата в другой,
- технология контроля адекватности выполненной конвертации.

Для разработки используется язык программирования C++ и кроссплатформенный фреймворк Qt, а в качестве реляционной СУБД – PostgreSQL. На начало 2020 года в разрабатываемой системе реализовано следующее:

- 1) Взаимная конвертация данных в формате ЯОД и реляционной базы данных.
- 2) Двухэтапный контроль адекватности.
- 3) Возможность конвертации нескольких файлов.
- 4) Многопоточная конвертация (прямая и обратная).

Технология взаимной конвертации данных состоит из нескольких этапов. Общим этапом для прямой и обратной конвертации является первый этап – парсинг файла с ЯОД описанием и сохранение структуры данных.

При прямой конвертации, после первого этапа, создаётся реляционная база данных (РБД). Далее, происходит создание структуры РБД, отображающей структуру данных, полученных из первого этапа. На последнем этапе является конвертация самих данных.

При обратной конвертации, после первого этапа, считывается и сохраняется структура РБД, затем выполняется сопоставление обеих структур и в конце выполняется конвертация данных.

Контроль адекватности проводится в два этапа. На первом этапе выполняется обратная конвертация результата. Затем, сравниваются хэши исходного файла (dump-файла для РБД) и файла, полученного в результате обратной конвертации. Если хэши не совпадают, то наступает второй этап, в результате которого выявляются ошибки конвертации. Для выявления ошибок используется два метода, результаты которых оформляются в виде отчёта. Первый – побайтное сравнение файлов, с указанием расположения и количества отличающихся байтов. Второй – сравнение структуры исходных данных и структуры данных, полученных в результате конвертации.

#### Литература

1. Веселов В.М. Язык описания гидрометеорологических данных для IBM PC совместимых ПЭВМ // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1995. Вып. 160. С. 41-54
2. Кофтан Ю.Р., Перетяцько Л.О. К построению технологии взаимной конвертации баз данных различной структуры для пополнения и верификации данных ЕГФД, а также для обслуживания потребителей // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2018. Вып. 181. С. 126-143

### **System of mutual conversion of databases of various structures**

**Peretyatko L.O.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *RIHMI-WDC, Obninsk, Russian Federation, leon0121@yandex.ru*

The work deals with the system of mutual conversion databases of different structure, with control the adequacy of conversion results, developed in the FSBI "RIHMI-WDC", aimed to enable to provide data to consumers in a convenient format.

Key words: Roshydromet, RIHMI-WDC, USDF, data conversion, hydrometeorological data description language - DDL, data structure, data conversion.

## Использование вегетационных индексов как индикаторов изменения климата Арктики на примере участка полуострова Таймыр

Петрова А.А.<sup>1</sup>, Демидионов М.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – БФУ им. Канта, Калининград, Россия,  
grim.villain13@gmail.com

<sup>2</sup> – РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия, demidionovforwork@gmail.com,

Аннотация: Исследование, предварительные результаты которого опубликованы ниже, - посвящены изучению нормализованного индекса растительности NDVI и использованию его как одного из индикаторов климатических изменений в Арктическом регионе. В качестве примера был взят участок в западной части полуострова Таймыр.

Ключевые слова: Изменение климата, Арктика, Таймырский полуостров, растительный покров, вегетация, нормализованный индекс растительности

Изменение климата – это синтез влияния антропогенных и некоторых естественных факторов. Арктика - особенно чувствительная экосистема, растительность которой реагирует на изменения окружающей среды в течение последних десятилетий.

Изменение климата проявляется на растительном покрове в виде идущих процессов пучения (изменение рельефа, возникающее при промерзании сильно увлажненных горных пород, что способствует увеличению их объема за счет образования льда) и солифлюкции (стекание грунта, перенасыщенного водой, по мерзлой поверхности сцементированного льдом основания склонов), которые нарушают сложившуюся структуру почв.

Таймырский полуостров экономически не освоен ввиду крайней суровости местного климата и активным развитием процессов, связанных со сплошным распространением многолетнемерзлых пород, затоплениями и заболачиванием. Геоморфологическую опасность представляют процессы, обусловленные протаиванием и промерзанием горных пород и вызванные глобальными климатическими изменениями.

Для изучения изменения климата полуострова, был выбран метод расчёта различных вегетационных индексов, в частности индекса NDVI. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) — нормализованный относительный индекс растительности — простой показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). Индекс имеет значения от -1 до 1, я представляет собой разницу интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазонах, деленной на сумму их интенсивностей.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Согласно исследованиям Института натуральных ресурсов Финляндии, в последние годы наблюдается снижение показателей индекса NDVI в Арктической зоне. Для проведения исследования на территории России был выбран участок на западе п-ова Таймыр. На первом этапе для участка были выбраны снимки Landsat 8. Снимки были экспортированы в красной и инфракрасной областях спектра.

Были оцифрованы и обработаны данные за 4 года (2013, 2015, 2016 и 2017). Снимки были сделаны спутниками в середине июля каждого года. После расчёта индекса оказалось, что каждый год количество активной биомассы на территории участка снижается. Расчёт, анализ и построение карта было произведено в программе QGIS 3.14. Согласно исследованиям зарубежных учёных индекс NDVI активно рос в период с начала 80х годов XX века, однако в последние годы процесс начинает замедляться, а на участке исследования и вовсе существует регресс. Это может свидетельствовать о процессах, задерживающих «зелёный» рост. Среди множества возможных причин такого тренда, стоит выделить: деградацию многолетней мерзлоты, изменение сроков таяния снега и изменение видового состава Арктической растительности. В дальнейшем будут проведены расчёты других индексов, к примеру, RVI и SVI для сбора более полной базы данных,

как на данном участке, так и других.

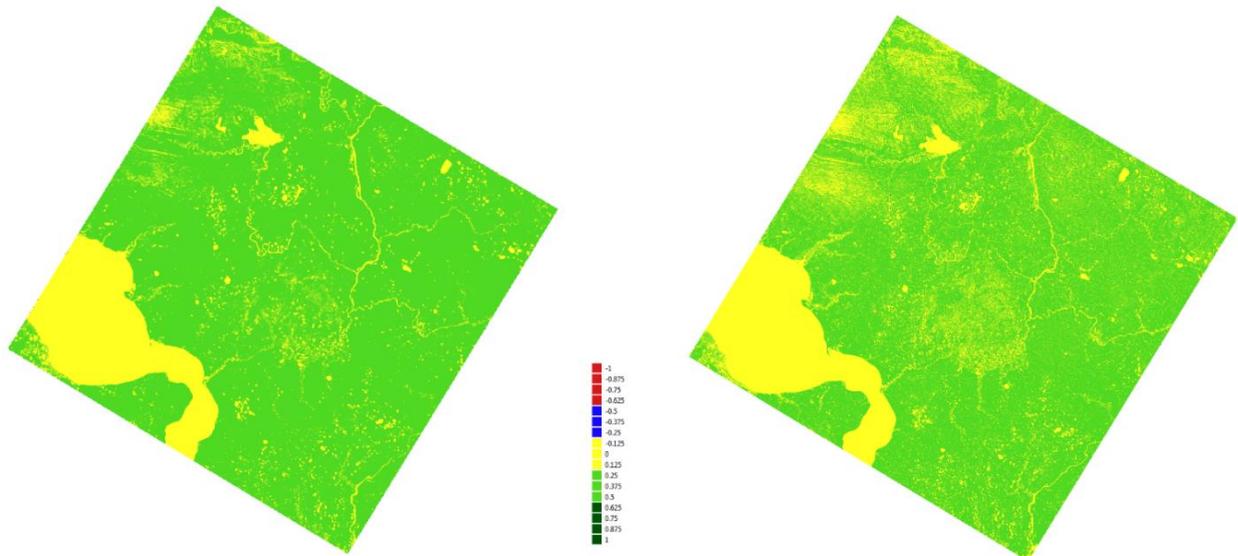


Рисунок 1– Сравнение индекса NDVI (2013 слева, и 2017 справа)

### Литература

1. Natural Resources Institute Finland. Changing colors of the Arctic: from greening to browning. Электронный ресурс URL: <https://www.luke.fi/en/blog/changing-colors-arctic-greening-browning/> (дата последнего обращения 09.09.2020)
2. National Snow & Ice Data Center. NDVI: More information. Электронный ресурс URL: <http://nsidc.org/soac/ndvi-more-information> (дата последнего обращения 07.09.2020)
3. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. Электронный ресурс URL: <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html> (дата последнего обращения 09.09.2020)
4. Мышенкова М.С. Обзор геоморфологических опасностей на полуострове Таймыр, Инновации в геологии, геофизике, географии – 2018 // материалы 3-ей Международной научно-практической конференции. Москва, 2018. Издательство: Издательство "Перо" (Москва)
5. Заноха Л.Л. Классификация зоогенной и антропогенной растительности центральносибирского сектора Арктики (полуостров Таймыр, архипелаг Северная Земля) // Растительность России. Спб., 2001 №1. С. 6-16.
6. Madeleine Doiron, Pierre Legagneux, Gilles Gauthier & Esther Levesque. Broad-scale satellite Normalized Difference Vegetation Index data predict plant biomass and peak date of nitrogen concentration in Arctic tundra vegetation // Applied Vegetation Science, 16, 343-351, doi:10.1111/j.1654-109X.2012.01219.x

### Utilization of vegetation indices as an Arctic climate changes indicators (Taymyr peninsula)

Petrova A.A.<sup>1</sup>, Demidionov M.Y.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, [grim.villain13@gmail.com](mailto:grim.villain13@gmail.com)

<sup>2</sup> – RSPU, Saint-Petersburg, Russia, [demidionovforwork@gmail.com](mailto:demidionovforwork@gmail.com)

Abstract: This article focuses on the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). It had been used as an indicator of climate change in the Arctic region case of the Taymyr Peninsula's western part.

Key words: Climate change, Arctic, Taymyr Peninsula, vegetation cover, vegetation, Normalized Difference Vegetation Index.

## Особенности термического режима холодного полугодия в районе национального парка «Ленские Столбы»

Петрова А.Н.<sup>1</sup>, Ефимова Ю.В.<sup>2</sup>,  
Шишкина Т.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Северо-Восточный федеральный университет, г. Якутск, Россия, al9@mail.ru

<sup>2</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, luluef@mail.ru

Аннотация. Рассчитаны даты начала и окончания холодного периода и сделан анализ повторяемости числа случаев со значительной разностью среднесуточной температуры соседних суток в холодное полугодие в районе национального парка «Ленские Столбы». Выделена характерная синоптическая ситуация для дней со значительной межсуточной изменчивостью температуры воздуха.

Ключевые слова: холодное полугодие, среднесуточная температура, разность температур, синоптическая ситуация, национальный парк «Ленские Столбы».

Национальный парк «Ленские Столбы» расположен в зоне резко-континентального климата, с очень холодной продолжительной зимой, относительно жарким коротким летом, коротким межсезоньем и с большими годовыми и межсуточными амплитудами температур. По агроклиматическому районированию территория относится к умеренно-теплой слабозасушливой и холодной слабозасушливой зонам [1, 2]. В холодный период повторяемость циклонов и антициклонов примерно одинакова, составляя 21% и 19% соответственно от общего годового количества [2]. С ноября по март территория преимущественно находится под влиянием Азиатского антициклона, преобладающим в это время является антициклональный тип погоды с очень низкими температурами, низкой влажностью, малым количеством или отсутствием облачности, слабыми ветрами или штилем, устойчивыми мощными инверсиями. Холодный период длится с первых чисел октября по конец апреля.

Для анализа температуры холодного полугодия использованы метеорологические ряды суточного разрешения метеостанции Исить из базы данных ВНИИГМИ-МЦД [3]. После проверки на однородность была проведена статистическая обработка рядов, получены даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C за весь период наблюдений и построены таблицы суточных данных за холодный период с 1961 года. Для анализа ряд был разбит на три периода: 1961-1990 гг. (базовый), 1981-2010 гг., и 1991-2020 гг. Дата начала холодного периода не изменилась, и во всех трех рассматриваемых периодах холодный период начинается 4 октября. Окончание холодного периода сдвинулось на несколько суток: период 1961-1990 гг. – 30 апреля, 1981-2010 гг. – 28 апреля, и 1991-2020 гг. – 23 апреля.

Далее были рассчитаны модули разностей среднесуточных температур соседних суток и выделены случаи, когда разность температур соседних суток превышала определенные значения: 10,0-11,9; 12,0-13,9; 14,0-15,9; 16,0-17,9; 18,0 и выше. В базовый период 1961-1990 гг. число синоптических событий с разностью температуры соседних суток 10-11,9°C значительно превышает аналогичный показатель в последний период (1991-2020гг.). С другой стороны, за последние десятилетия увеличилось число случаев, когда разность температуры соседних суток достигала 18°C и более. Рекордной в этом отношении стала зима 2014-2015 гг., когда было зафиксировано 3 случая: 9 ноября, 15 ноября и 2 февраля разность суточной температуры по сравнению с предыдущими сутками составила 19,1, 18,0, и 18,1 соответственно.

За период исследования 1961-2020 гг. было выделено 22 случая со значительной разностью среднесуточной температуры (равной или превышающей 18°C). Характерно, что в 14 случаях из 22 наблюдается кратковременное потепление в течение 1-2 дней. В дальнейшем термический режим восстанавливается, температура воздуха постепенно понижается. Наибольшая повторяемость резких потеплений (50% из 100%) отмечается в период с 4 марта по 12 марта. Для выявления

взаимосвязи резкого изменения температуры с циркуляцией атмосферы использованы карты погоды, построенные по данным реанализа (модель ERA) [4].

Для резких потеплений в районе Национального парка «Ленские столбы» получена характерная синоптическая ситуация. В дни со значительными повышениями температуры воздуха над областью исследования располагается хорошо выраженный теплый сектор циклона. Особенностью данной ситуации является волнообразный изгиб планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ), вследствие этого над южной частью республики Саха (Якутия) на высотах циркулирует тропический воздух. Национальный парк «Ленские Столбы» находится севернее вершины волны ПВФЗ под влиянием южной умеренной воздушной массы. Воздушные потоки направлены с районов Монголии или с севера, северо-запада Китая. Наиболее резкие суточные перепады температуры воздуха в конце холодного полугодия при подобной синоптической ситуации также могут быть связаны с неравномерностью прихода весеннего сезона на разных широтах.

Резкие похолодания в районе национального парка «Ленские столбы» встречаются реже. За весь период исследования было зафиксировано 8 случаев с межсуточной изменчивостью температуры воздуха от 18°C и выше. Характерная синоптическая ситуация для дней с резкими понижениями температуры воздуха связана с восточной периферией антициклона, расположенного над Красноярским краем и Якутией. В сторону Якутска и метеостанции Исить с арктического побережья проникает очаг аномального холода. Вследствие этого в районе национального парка «Ленские столбы» наблюдается резкое понижение температуры воздуха.

В результате анализа дней со значительной межсуточной изменчивостью в районе национального парка «Ленские столбы» можно сделать вывод о том, что потеплениям соответствует прохождение над областью исследования теплого сектора циклона. Особенностью данной ситуации является волнообразный изгиб планетарной высотной фронтальной зоны. В район национального парка «Ленские Столбы» поступает южная умеренная воздушная масса с очага тепла над севером или северо-западом Китая. Для похолодания характерно распространение гребня антициклона в сторону Северного Ледовитого океана, при этом национальный парк располагается в восточной периферии антициклона. Анализ метеорологических рядов за период 1961-2020 гг. показал, что в рассматриваемом районе происходит сокращение продолжительности холодного периода за счет более раннего перехода среднесуточной температуры через 0°C весной. В холодный период увеличилось число случаев со значительной межсуточной изменчивостью, когда разность средней температуры соседних суток достигает 18°C и более.

#### Литература

1. Агроклиматические ресурсы Якутской АССР. Отв. Ред. А.К. Мозолевская. Л. Гидрометеоиздат, 1973. – 112с.
2. Климат Якутска. Под ред. Ц.А. Швер, С.А. Изюменко. - Л. Гидрометеоиздат, 1982 г. – 246 с.
3. Специализированные массивы данных для климатических исследований ВНИИГМИ-МЦД [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR>.
4. Модель погоды ERA: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wetterzentrale.de/reanalysis>.

## **Features of the thermal regime of the cold half-year in the area of the national Park «Lena Pillars»**

**Petrova A.N.<sup>1</sup>, Efimova Y.V.<sup>2</sup>, Shishkina T.R.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *North Eastern Federal University, Yakutsk, Russia, al9@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, luluef@mail.ru*

Abstract. The dates of the beginning and end of the cold period were calculated and the number of cases with a significant difference in the average daily temperature of neighboring days in the cold half-year in the area of the Lena Pillars national Park was analyzed. A typical synoptic situation was identified for days with significant daily air temperature variability.

Key words: cold half of the year, average daily temperature, temperature difference, synoptic situation, national Park «Lena Pillars».

**Оценки будущих воздействий глобального потепления на условия произрастания  
основных сельскохозяйственных культур Средней Азии****Пигольцина Г.Б., Школьник И.М., Ефимов С.В.***Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия,  
pigoltsina@yandex.ru*

Аннотация. Представлены результаты оценки возможной к середине XXI столетия динамики агроклиматических ресурсов для территории Средней Азии, полученные с использованием массовых ансамблевых расчетов по региональной климатической модели ГГО высокого пространственного разрешения.

Ключевые слова: глобальные и региональные изменения климата, региональная модель, аридная территория, агроклиматические показатели, хлопчатник, пшеница, ячмень.

Проблема оценки последствий развивающегося глобального потепления климата для сельскохозяйственного производства, как известно, носит региональный характер. Это обстоятельство требует проведения оценок влияния ожидаемых изменений климата на сельское хозяйство и его адаптации к возможным отрицательным (положительным) последствиям глобального потепления в рамках отдельных стран и регионов. Особенно актуальны такие исследования для аридных территорий Средней Азии, характеризующихся высоким теплоэнергетическим потенциалом и острым дефицитом влаги. Ведущее место в сельском хозяйстве среднеазиатских республик занимает производство хлопка и яровых зерновых культур – пшеницы и ячменя. В этой связи анализ влияния изменений климата на агроклиматические условия произрастания этих культур имеет большое практическое значение.

В представленной работе для оценки последствий изменений климата на сельскохозяйственное производство среднеазиатских республик использованы прогнозные оценки изменений климата Средней Азии для середины XXI столетия, полученные по ансамблю региональной климатической модели ГГО [ 1, 2 ], обеспечивающей высокое пространственное разрешение на территории региона и использующей современные сценарии радиационного воздействия МГЭИК [ 3 ]. Эксперименты по расчету будущих изменений климата выполнены для двух десятилетних периодов 1990-1999гг (базовый период) и 2050-2059гг (прогнозный период).

Агроклиматические ресурсы территории обычно оцениваются с помощью специальных агроклиматических показателей, определяющих условия тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода [ 4 ]. Как показал анализ ансамблевых расчетов, увеличение продолжительности периода с температурой воздуха выше 10°C и соответственно увеличение сумм температур за этот период приведёт к существенному увеличению теплообеспеченности вегетационного периода хлопчатника, что будет способствовать продвижению хлопковой зоны к северу во всех исследуемых случаях, даже при условной нижней границе изменений в ансамбле расчетов. В среднем по ансамблю к середине столетия границы возделывания как ранних, так и поздних сортов хлопчатника, сдвинутся к северу до 500 км. Одновременно увеличение продолжительности безморозного периода уменьшает риск повреждения хлопчатника губительными заморозками. Расширение ареала возделывания хлопчатника открывает широкую перспективу развития хлопководства в Средней Азии. Основная мера адаптации будет заключаться в обеспечении оптимальных норм орошения.

Глобальное потепление в целом позитивно повлияет на агроклиматические условия возделывания яровых зерновых культур в Средней Азии, выращиваемых на богарных землях. Повышение зимних и весенних температур воздуха приведёт к сдвигу сроков сева яровых культур весной на более ранний срок, что позволит эффективно использовать ресурсы влаги зимне-весеннего периода, характеризующегося наиболее интенсивным увлажнением. Гидротермический коэффициент (ГТК), рассчитанный за реальный период вегетации яровых культур, учитывает

количество тепла и влаги за этот конкретный период, поэтому он имеет решающее значение для оценки агроклиматических условий формирования и величины будущего урожая. На рис. 1 в качестве примера приведено изменение гидротермического коэффициента к середине столетия для раннего сорта ярового ячменя с периодом вегетации 60 дней. Для этого периода вегетации на территории Средней Азии ГТК возрастёт повсеместно.

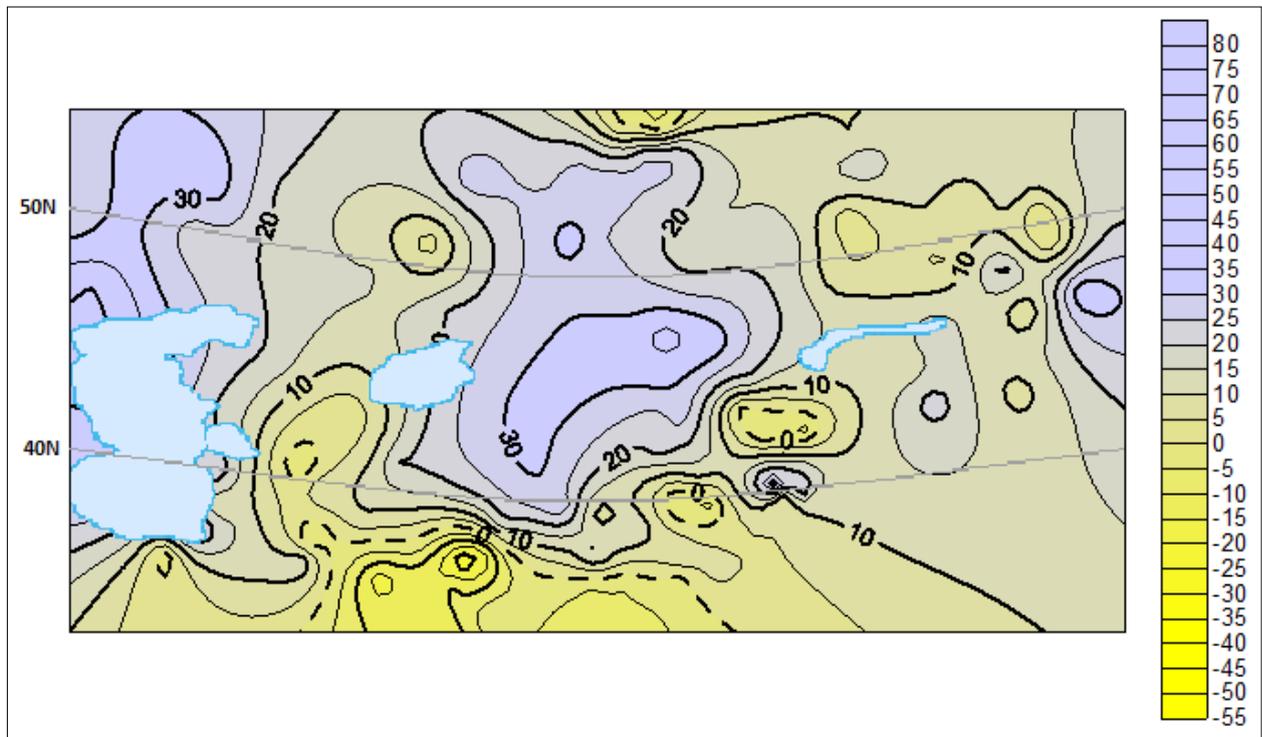


Рисунок 1 – Среднее по ансамблю изменение (%) гидротермического коэффициента к 2055 г. по отношению к 1995 г. за период вегетации ярового ячменя 60 дней.

Увеличение потенциала тепло-влагообеспеченности периода вегетации яровых зерновых культур даст возможность перераспределить территории зернопроизводства с целью увеличения части территорий для богарного земледелия. Это обстоятельство имеет первостепенное значение для развития сельского хозяйства в условиях крайне засушливого климата Средней Азии.

#### Литература

1. Пикалёва А.А., И. М. Школьник, А. В. Стернзат, Б. Н. Егоров, Е. Д. Надёжина, 2020: Сценарный ансамблевый прогноз изменений дефицита влаги в аридных регионах в середине 21 века с высокой пространственной детализацией, Метеорология и гидрология (в печати).
2. Shkolnik, I., Pavlova, T., Efimov, S. et al. Future changes in peak river flows across northern Eurasia as inferred from an ensemble of regional climate projections under the IPCC RCP8.5 scenario, *Clim Dyn* (2017). <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3600-6>
3. van Vuuren DP, Edmonds JA, Kainuma M, Riahi K, Thomson AM, Hibbard K, Hurtt GC, Kram T, Krey V, Lamarque J-F, Masui T, Meinshausen M, Nakićenović N, Smith SJ, Rose S (2011) The representative concentration pathways: an overview. *Clim Change* 109:5–31. doi:10.1007/s10584-011-0148-z
4. Пигольцина Г.Б. Агроклиматические ресурсы. // В кн.: Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации. – СПб: Гидрометеиздат. 2005. – С. 32-42, 198-200, 220-235.

## **Assessment of the future impacts of global warming on the growing conditions of staple crops in the Central Asia**

**Pigoltsina G. B., Shkolnik I. M., Efimov S.V.**

*Voeikov Main Geophysical Observatory, St. Petersburg, Russia*

Abstract. Possible dynamics of agroclimatic resources for the territory of Central Asia by the mid 21<sup>st</sup> century obtained using a large ensemble of regional climate projections using high-resolution MGO regional climate model is presented.

Key words: global and regional climate changes, regional model, arid territory, agroclimatic indicators, cotton, wheat, barley.

## Влияние изменений солнечной активности на глобальное облачное покрытие и вероятность возникновения пандемий

**Покровский О.М., Покровский И.О.**

*РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, pokrov\_ob@mail.ru*

Аннотация. С использованием спектрального вейвлет анализа демонстрируется когерентность рядов солнечной активности, общей и нижней облачности, с одной стороны, и интенсивности космических лучей и вероятности развития пандемий, с другой стороны, имеющих идентичные диапазоны квазипериодичности.

Ключевые слова: солнечная активность, облачность, галактические космические лучи, пандемии, вейвлет анализ

Физические причины изменчивости климата достоверно не известны. Существует несколько физических факторов, которые, как полагают, влияют на климат Земли: (1) орбитальные изменения в движении Земли вокруг Солнца, (2) внутренняя изменчивость в климатической системе, например, изменение атмосферной и океанической циркуляции, (3) крупные извержения вулканов, которые, как известно, вызывают внезапные похолодания, длящиеся 2-3 года, (4) изменение концентрации парниковых газов. Из-за сжигания ископаемого топлива в течение последних 100 лет произошло увеличение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере примерно с 280 до 385 ppm. Вариации солнечной активности внутри 11-летнего цикла сравнительно невелики и составляют на уровне поверхности Земли, примерно, 0.1% или 0.3 Вт/м<sup>2</sup>. Поэтому включение этого фактора в численные климатические модели IPCC приводит к весьма незначительным изменениям в глобальной температуре. В недавней работе [1], показано, что опосредованное влияние даже этих небольших колебаний солнечной активности может оказаться весьма существенным. Свенмарк [1] доказал, что в периоды снижения солнечной активности и одновременного ослабления магнитного поля Земли возрастает интенсивность космических лучей (протоны, нейтроны, мезоны, альфа, рентгеновское и др. виды излучения.), приходящих в атмосферу и вызывающих ионизацию молекул атмосферного воздуха. В климатических моделях IPCC величина глобального облачного покрытия мало меняется от года к году. Однако, результаты анализа спутниковых наблюдений облачности, примерно, за 30 лет, позволяют сделать противоположный вывод [2]. Авторы [1] показали, основываясь на ряде предшествующих работ, что увеличение интенсивности космических лучей влечет за собой ускорение возникновения ядер конденсации, образующих кластеры, что приводит к увеличению облачности. А меняющаяся облачность, влияет на радиационный баланс, составляя около 17–35 Вт/м<sup>2</sup>, и поэтому оказывает существенное, уже мультипликативное воздействие на климат. В последней четверти 20-го века произошло существенное уменьшение глобальной облачности, которое может рассматриваться как одна из причин потепления климата [2]. В работе [3] на основе регрессионной модели, использующей климатические ряды фактических наблюдений для всех известных факторов изменения климата, было показано, что колебания солнечной активности с учетом изменений облачности вносят вклад, сопоставимый с парниковыми газами. Ранее подобный вывод был получен в работе [4]. В данной работе с использованием спектрального вейвлет анализа демонстрируется когерентность рядов общей и нижней облачности и интенсивности космических лучей, имеющих идентичные диапазоны квазипериодичности. Кросс-вейвлет анализ упомянутых рядов позволил оценить взаимное запаздывание происходящих процессов.

Первая попытка связать изменения солнечной активности, описываемой числами Вольфа, с пандемиями была сделана Хоуп-Симпсоном [5], который указал, что многие пандемии гриппа в истории произошли во времени с некоторым сдвигом к максимумам солнечного цикла. Начиная с 1978 года, авторы серии работ в научной литературе утверждали, что нашли значительную связь между снижением активности солнечных пятен и временем возникновения пандемий гриппа с определенным временным лагом (см. например [6]). При этом обсуждается не только возможность заброса вирусов с космическими частицами, но и механизм активирования процессов мутации

«спящих вирусов» на Земле под воздействием галактического излучения в периоды снижения солнечной активности [7] и последующего ослабления магнитного поля около Земли. В связи с актуальностью темы, мы предприняли исследование по применению современных методов спектрального анализа временных рядов для проверки этих гипотез. На сайтах международных климатических центров были заимствованы ряды значений солнечной активности (в виде чисел Вольфа и в энергетических единицах), начиная с 1749 г (www.sidc.be), а также ряды прокси-данных, продолжающие их в более ранний период. С другой стороны, на основе архивов медицинской статистики нами были подготовлены временные ряды смертности от различных пандемий за период с 165 г. н.э. до настоящего времени. Кроме того, нами использовался наиболее полный ряд наблюдений интенсивности галактических космических лучей, зарегистрированный на магнетроне станции Оулу (Финляндия) с 1964 г. Независимые расчеты проводились для трех временных интервалов: за весь период доступных данных 1856 лет, за период последних 271 год и 56 лет. Поскольку данные за последний период являются наиболее надежными, для них были получены выводы с минимальной статистической неопределенностью. Ранее полученные результаты других авторов, в целом, подтвердились и были уточнены количественно. Кроме того, применение вейвлет анализа позволяет получить оценки ожидаемой продолжительности пандемий, используя накопленную историческую информацию.

### Литература

1. Svensmark H. "Astronomy & Geophysics Cosmoclimatology: a new theory emerges". *Astronomy & Geophysics*, 2007, v. 48 (1): 1.18–1.24., DOI:10.1111/j.1468-4004.2007.48118.x.
2. Pokrovsky O. M. *Cloud Changes in the Period of Global Warming: The Results of the International Satellite Project*. *Izvestiya - Atmospheric and Oceanic Physics*, Pleiades Publishing, 2019, Vol. 55, p.1189–1197, DOI: 10.1134/S0001433819090366
3. Pokrovsky O. M. *Quantitative Estimates of the Impact of the Most Important Factors on Global Climate Change over the Past 150 Years*. *Izvestiya - Atmospheric and Oceanic Physics*, Pleiades Publishing, 2019, Vol. 55, (No. 9), p.1182–1188. DOI: 10.1134/S0001433819090354
4. Svensmark, H.; Enghoff, M.; Pedersen, J. (). "Response of cloud condensation nuclei (>50 nm) to changes in ion-nucleation". *Physics Letters A*. 2013, 377 (37): 2343–2347. DOI:10.1016/j.physleta.07.004
5. Hope-Simpson RE. *The Transmission of Epidemic Influenza*. New York, USA: Springer Science& Business Media, 2013.
6. Yeung J.W.K. A hypothesis: sunspot cycles may detect pandemic influenza in 1700–2000 *J. of Medical Hypotheses* 2006; 67(5): 1016–1022. DOI: 10.1016/j.mehy.2006.03.048
7. Vaquero, J.M. and Gallego, M.C. Sunspot numbers can detect pandemic influenza A: the use of different sunspot numbers. *J. of Medical Hypotheses*, 2007, 68(11), pp:1189-1190. DOI: 10.1017/S095026881700173X

## **The impact of changes in solar activity on global cloud coverage and the likelihood of pandemics**

**Pokrovsky O. M. , Pokrovsky I.O.**

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

Abstract. Using spectral wavelet analysis, we demonstrated the coherence of the series of solar activity, total and lower clouds, on the one hand, and the intensity of galactic cosmic rays and the probability of developing pandemics, on the other hand, having similar quasi-periodic ranges.

Keywords: solar activity, cloud cover, galactic cosmic rays, pandemics, wavelet analysis.

## Оценки вклада различных факторов в естественные колебания глобального климата

**Покровский О.М., Покровский И.О.**

*РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, pokrov\_06@mail.ru*

Аннотация: Для описания временного хода месячных значений глобальной температуры воздуха CRUTEM 4 применена множественная векторная регрессионная модель, в которой в качестве предикатов взяты ряды соответствующих значений упорядоченных по информативности 10 климатических факторов.

Ключевые слова: естественные колебания климата, множественная векторная регрессионная модель.

Международная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) на протяжении многих лет занималась выяснением причин изменений климата в последней четверти 20-го и в начале 21-го века и пришла к выводу о доминирующей роли парниковых газов в атмосфере, прежде всего, антропогенной составляющей этих газов. Основываясь на этих результатах, правительствами заключаются соглашения об ограничении и сокращении выбросов антропогенных газов. Таким образом, проблема изменения климата вышла за пределы научной среды и стала предметом политических и экономических обсуждений. Основываясь на Парижском соглашении по климату 2015 г., страны Евросоюза планируют ввести с 2021 г. специальный сбор на «парниковые газы» с ввозимых на их территорию «невозобновляемых» энергоресурсов (нефть, газ, уголь), что нанесет ощутимый ущерб интересам стран-экспортеров энергоресурсов, включая и Россию. В тоже время, в научной среде не прекращаются дискуссии о роли разных климатообразующих факторов в происходящих изменениях климата. Наряду с МГЭИК в США возникла альтернативная организация NIPCC (Nongovernmental International Panel on Climate Change), которая пропагандирует более широкий подход к трактовке изменений климата, считая, что рассматриваемая задача является многофакторной и требует более тщательного и глубокого исследования до принятия политико-экономических решений. Признанными факторами изменения климата являются: концентрация углекислого газа и других парниковых газов, содержание атмосферного аэрозоля и степень облачного покрытия [1], «волнообразные» изменения температуры воздуха у поверхности Земли при медленных колебаниях температуры поверхности океана (ТПО) [2]; солнечная активность. Поэтому нами предложено использовать для описания временного хода месячных значений глобальной температуры воздуха CRUTEM 4 множественную векторную регрессионную модель [3], в которой в качестве предикатов взяты ряды соответствующих значений упорядоченных по информативности 10 переменных: концентрация CO<sub>2</sub>, океанический индекс Эль-Ниньо Nino<sub>3,4</sub>, средняя ТПО в северной Атлантике-АМО, доля облачного покрытия, атмосферный аэрозоль, солнечная активность, декадное тихоокеанское

Таблица 1 – Взаимные корреляционные функции рядов глобальной температуры CRUTEM 4 и основных климатообразующих факторов

| Климатические Факторы   | CO <sub>2</sub> | Облачность | АМО            | Эль-Ниньо Nino 3,4 | ГКИ            | Солнечная активность | PDO            |
|---|-----------------|------------|----------------|--------------------|----------------|----------------------|----------------|
| Исходные ряды   |                 |            |                |                    |                |                      |                |
| Максимальные значения   | 0,82            | -0,49      | 0,47           | 0,35               | 0,37           | 0,21                 | 0,2            |
| Фазовый сдвиг (лаг) в месяцах                                 | -2              | 20         | -5             | 4                  | 5              | 1                    | -20            |
| Преобразованные ряды после центрирования и исключения трендов |                 |            |                |                    |                |                      |                |
| Максимальные значения   | 0,098           | 0,21       | -0,28          | 0,49               | -0,17          | 0,18                 | 0,25           |
| Фазовый сдвиг (лаг) в месяцах                                 | 6               | -3         | 0 <sup>1</sup> | 3                  | 7 <sup>1</sup> | -17                  | 0 <sup>1</sup> |

колебание PDO, североатлантическое колебание, галактическое космическое излучение (ГКИ), средняя температура верхнего 100-метрового слоя океана. Результаты предварительной статистической обработки упомянутых климатических рядов представлены в таблице. Здесь

содержатся характеристики кросс-корреляционного анализа для наиболее значимых климатообразующих факторов. Наибольший вклад в описание исходного ряда месячных значений глобальной температуры CRUTEM-4 в период глобального потепления 1983-2020 гг вносит углекислый газ, временная зависимость которого имеет квазилинейный вид. Следующим по значимости оказывается фактор облачности. Затем идет североатлантический индекс АМО, далее - индекс тропической зоны Эль-Ниньо. Неожиданным оказывается значительная роль ГКИ, которая, вероятно, связана с вкладом ГКИ в формировании облачных кластеров [4]. Затем, примерно, одинаковый вклад вносят солнечная активность и северотихоокеанский индекс PDO. Понятно, что рассмотренные характеристики не только статистически, но и физически взаимозависимы и имеют разные временные тренды. Поэтому были центрированы и стандартизированы ряды (нулевые средние и единичные дисперсии), исключены линейные тренды и уже на основе преобразованных рядов была сформирована статистическая модель для описания климатических колебаний глобальной температуры. Во второй половине таблицы приведены характеристики вклада разных климатических факторов. Теперь доминирующим фактором оказывается Эль-Ниньо, за ним следуют другие океанические индексы АМО и PDO. Далее идут облачность, солнечная активность и ГКИ. В последней четверти 20-го века доля глобального облачного покрытия снижалась, что способствовало росту температуры океана и атмосферы [5]. В начале 21-го века доля облачности стабилизировалась и наступила «климатическая пауза». Североатлантический индекс АМО возростал в конце 20-го века и мало менялся в начале 21-го века, чем также способствовал указанному поведению глобальной температуры. Кроме того, естественные колебания климата в период глобального потепления конца 20-го и начала 21-го века связаны с влиянием комплекса факторов, имеющих не только внутри-, но и внеатмосферную природу. Изменения солнечной активности генерирует флуктуации ГКИ, находящиеся строго в противофазе.

#### Литература

1. Kondratyev, K.Ya., Climatic Effects of Aerosols and Clouds, Springer Praxis Books, 1999, 264 pp.
2. Pielke Sr., R.A., et al, (11 authors): Unresolved issues with the assessment of multi-decadal global land surface temperature trends. J. Geophys. Res., 2007, v. 112, D24S08, doi:10.1029/2006JD008229
3. Pokrovsky O. M. Quantitative Estimates of the Impact of the Most Important Factors on Global Climate Change over the Past 150 Years. Izvestiya - Atmospheric and Oceanic Physics, Pleiades Publishing, 2019, Vol. 55, (No. 9), p.1182–1188. DOI: 10.1134/S0001433819090354
4. Svensmark H. Astronomy and Geophysics Cosmoclimateology: a new theory emerges. Astronomy & Geophysics, 2007, v. 48 (1): 1.18–1.24., DOI:10.1111/j.1468-4004.2007.48118.x.
5. Pokrovsky O. M. Cloud Changes in the Period of Global Warming: The Results of the International Satellite Project. Izvestiya - Atmospheric and Oceanic Physics, Pleiades Publishing, 2019, Vol. 55, p.1189–1197, DOI: 10.1134/S0001433819090366

### **Estimates of the contribution of various factors to natural fluctuations in the global climate**

**Pokrovsky O. M. , Pokrovsky I.O.**

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

Abstract. To describe the time series of monthly values of global air temperature CRUTEM 4, a multiple vector regression model is used, in which the series of corresponding values of 10 climate factors ordered by information impact are taken as predicates

Keywords: natural climate fluctuations, multiple vector regression model.

## Условия возникновения турбулентности в зоне ответственности Коми АМЦ

**Размыслова В.В.,<sup>1</sup> Волобуева О.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, *razmyslova98@gmail.com*

<sup>2</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Обсуждаются исследования условий образования турбулентности в зоне ответственности Коми АМЦ с целью повышения качества, упрощения и ускорения прогнозирования явления.

Ключевые слова: Турбулентность; авиационная метеорология; прогноз атмосферной турбулентности; метеорологические явления

На данный момент на сети метеорологических станций почти не производится прогнозирование турбулентности. В основном вся информация о данном явлении передается синоптикам с бортов воздушных судов. Поэтому целью данной работы, стало определение условий возникновения турбулентности в определенном районе для оперативного прогноза данного явления.

Годовой ход количества случаев турбулентности имеет два ярко выраженных максимума.

В основном, турбулентность возникает на высоте выше 10 км.

Атмосферная турбулентность, чаще возникает в зоне теплого фронта и фронта окклюзии, что является особенностью данного региона.

На возникновение турбулентности имеет большое влияние наличие струйного течения, однако в процессе исследований выявлено, что в рассматриваемом регионе турбулентность чаще встречается на оси струйного течения и на его антициклонической стороне (выше оси) струйного течения.

Результаты исследований выявили особенности возникновения турбулентности в зоне ответственности Коми АМЦ, что позволяет уточнить синоптический метод прогноза турбулентности для территории республики Коми.

### Литература

1. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. 2009. С. 116-138.
2. Сафонова Т.В. Авиационная метеорология. 2009. С. 116-138.
3. Овчаренко Ю.Ю., Волобуева О.В. Полеты воздушных судов в условиях атмосферной турбулентности и обледенения на аэродроме Красноярск (Емельяново). Сборник научных статей по материалам V Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 93-97.
4. Хандожко Л.А., Петрова М.В., Волобуева О.В. Практическая реализация метода оценки экономической полезности авиационных прогнозов. Метеоспектр, 2008. № 1 С. 63-68.

## Conditions for turbulence in the area of responsibility of Komi AMC

**Razmyslova V.V.,<sup>1</sup> Volobueva O.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – RSHU, Saint-Petersburg, Russia, *razmyslova98@gmail.com*

<sup>2</sup> – RSHU, Saint-Petersburg, Russia, *ovvolobueva@rshu.ru*

Abstract: Studies of the conditions of turbulence formation in the Komi AMC area of responsibility are discussed with the aim of improving the quality, simplifying and accelerating the forecasting of the phenomenon.

Keywords: Turbulence; aviation meteorology; forecast of atmospheric turbulence; atmospheric phenomena.

**Влияние изменение климата на заболевания, связанные с водными объектами****Рой В.<sup>1</sup>**<sup>1</sup> – *Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия, vdroy@itmo.ru*

Аннотация. Изменение в климате увеличат подверженность человека болезням, связанным с водными объектами. Изменение в уровне осадков, температуре и солёности воды прямым образом повлияет на все её компоненты, повышая риск заболеваний.

Ключевые слова: изменение климата, заболеваемость, компоненты воды.

Изменение климата повлияет на изменение биологических, физических и химических компонентов водных объектов, что повысит риски возникновения болезней, связанных с водой.

Такие заболевания могут быть вызваны патогенами, такими как: вирусы, бактерии, простейшие одноклеточные организмы; а также токсинами, воспроизводимыми некоторыми видами водорослей. Заражение происходит не только путём прямого взаимодействия с водой, но и при потреблении водной фауны. Также на здоровье влияют химические вещества, которые попадают в воду в результате человеческой деятельностью.

Наибольшую роль изменения климата играет в жизни патогенов, так как они наиболее подвержены окружающей их среде. Главным образом на их распространения оказывают влияние такие факторы, как количество осадков, температура воды и её солёность. Например, снижение солёности воды, в следствие выпадения большого количество осадков, увеличивает стойкость множества кишечных бактерий: а повышение температуры поверхности моря способствует расширению географических и сезонных вспышек, связанных с моллюсками.

Подобные заболевания, связанные с патогенами, зачастую являются природно-очаговыми. Наиболее распространёнными заболеваниями такого типа в водных объектах на территории России являются диффилоботриоз и описторхоз.

За последнее время наблюдается повышение количества водорослей, которые во время своего цветения вырабатывают токсины. Это происходит в связи с тем, что изменение климата благоприятно сказывается на их развитии. Такой эффект на них оказывает повышение температуры моря.

Изменение климата может также изменить характер или масштабы химического загрязнения морепродуктов, что приведет к изменению воздействия на здоровье людей. Повышение температуры и уменьшение ледяного покрова приводят к увеличению содержания ртути в арктических рыбах. Ожидается, что изменения в гидрологии, вызванные изменением климата, изменят выбросы химических загрязнителей в водные объекты и на данный момент сложно сказать как это может загрязнить морепродукты.

**Литература**

1. Cann K F, Thomas D R, Salmon R L, Wyn-Jones A P, Kay D. 2012. "Extreme Water-Related Weather Events and Waterborne Disease." *Epidemiology and Infection* 141 (4): 671–86.]
2. Rosen B. *Waterborne pathogens in agricultural watersheds*. Burlington, Vt.: USDA-NRCS Watershed Institute, University of Vermont; 2000.
3. Раевич Б.А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения Российского Севера // *Экология человека*. 2009. № 6. С. 11—16
4. Попова Л.В., Коробейников Д.А., Коробейникова О.М. Статистические методы анализа рисков в сельском хозяйстве // *Вестник Дагестанского государственного университета*. Серия 3. Общественные науки. 2016. Т. 31. Вып. 4. С. 30—34
5. Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Галюк Л.П. *Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере*. СПб: Кириллица, 2015. 214 с.

## **Climate change impact on water-related diseases**

**Roy V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *ITMO University, St. Petersburg, Russia, vdroy@itmo.ru*

Abstract. Climate change will increase human sensitivity to diseases originating from water bodies. Changes in precipitation, temperature, and salinity will directly affect all water components, resulting in a higher disease rate.

Key words: climate change, diseases, water components.

## **Метод определения границ циклонической облачной спирали по данным космических аппаратов гидрометеорологического назначения на основе искусственных нейронных сетей**

**Рудь М.Ю.<sup>1</sup>, Готюр И.А.<sup>2</sup>, Мешков А.Н.<sup>2</sup>, Яременко И.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – ВКА имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, Россия, smeyashka@gmail.com

<sup>2</sup> – ВКА имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** В докладе приведен метод определения границ циклонической облачной спирали на основе глубокой нейронной сети Mask R-CNN. В качестве исходных данных использованы цветосинтезированные спутниковые изображения для распознавания воздушных масс.

**Ключевые слова:** методы обработки метеорологической информации, искусственные нейронные сети, глубокое обучение, циклон

В настоящее время снимки из космоса являются одним из важнейших источников информации о циклонах и циклонических образованиях в атмосфере. Циклоны – это крупномасштабные вихри в атмосфере диаметром в поперечнике от сотен до нескольких тысяч километров с пониженным давлением воздуха в центре. По облачному покрову, регистрируемому на спутниковых снимках, можно обнаружить появление и проследить эволюцию циклонов. При этом важной и не решенной является задача автоматического определения циклонов.

В данной работе предлагается метод определения границ облачной спирали циклона на основе современной глубокой нейронной сети Mask R-CNN, разработанной для решения задачи сегментации объектов на изображениях. Под термином «сегментация объектов» понимается процесс определения пикселей, принадлежащих каждому объекту каждого класса по отдельности. Такая нейронная сеть позволяет не только определить принадлежность объекта к заданному классу, но и выделить ограничивающую его область.

Для обучения нейронной сети был создан набор изображений, содержащих облачные спирали молодых и находящихся в стадии максимального развития циклонов. Для этого использовались фрагменты цветосинтезированных изображений Airmass RGB геостационарных спутников GOES-16 и GOES-17. Данный тип цветосинтеза в основном используется для распознавания полярных и тропических воздушных масс. На таких изображениях легко могут быть обнаружены особенности циклогенеза, положение струйных течений и зон деформации, а также фронтальные облачные системы и нисходящие сухие стратосферные воздушные массы позади них. Подготовленные снимки и соответствующие им маски были разделены случайным образом на три набора: обучающий, валидационный и тестовый.

Анализ результатов показал хорошую возможность распознавания циклонов на основе нейронных сетей. Ошибки в основном связаны с ложным обнаружением циклонов, когда за них принимаются иные крупные облачные образования. При этом ни один циклон не был пропущен. На рисунке 1 приведен график, показывающий соотношение эталонной маски и созданной с помощью нейронной сети после 36 эпохи обучения. Для создания маски были использованы все объекты, определенные нейронной сетью со степенью уверенности более 50%.

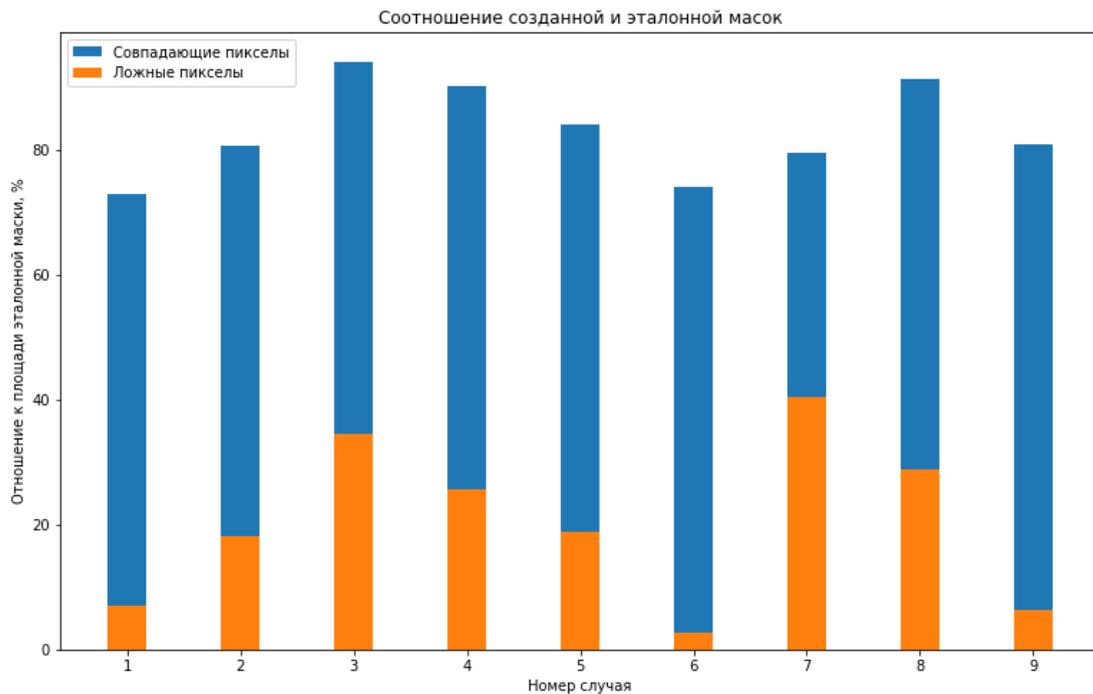


Рисунок 1 – Соотношение эталонной маски и созданной с помощью нейронной сети

### Литература

1. Воробьев, В. И. Синоптическая метеорология / В. И. Воробьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
2. Костромитинов А.В., Рудь М.Ю. Модель представления облачности циклона на основе теоретико-множественного подхода к описанию структуры данных космических аппаратов гидрометеорологического назначения. Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. 2018. № 662. С. 42-47
3. He K., Gkioxari G., Dollár P., Girshick R. Mask R-CNN. arXiv:1703.06870v3 (2018)

### Cyclonic cloud spiral detection method using weather satellites based on neural network

**Rud M.U.<sup>1</sup>, Gotur I.A.<sup>2</sup>, Meshkov A.N.<sup>2</sup>, Yaremenko I.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Mozhaysky Military Space Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation, smeyashka@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Mozhaysky Military Space Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation*

The report provides a method for determining the boundaries of a cyclonic cloud spiral based on a deep neural network Mask R-CNN. As the initial data, color-synthesized satellite images for recognize air masses were used.

Key words: methods of processing meteorological information, artificial neural networks, deep learning, cyclone

## Анализ дифференциации экономического эффекта использования гидрометеорологической информации по видам экономической деятельности

Рыбанова А.Ю.<sup>1</sup>, Фокичева А.А.<sup>2</sup>, Воробьева Л.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБУ ВНИИГМИ-МЦД, г. Обнинск, Россия, [aribanova@meteo.ru](mailto:aribanova@meteo.ru)

<sup>2</sup> – «Научно-методический центр Метеоэксперт», г. Москва, Россия

Аннотация. Выполнен анализ экономического эффекта, полученного в 2019 году от использования гидрометеорологических данных и информационной продукции по видам экономической деятельности, наиболее подверженных влиянию условий погоды.

Ключевые слова: экономический эффект, вид экономической деятельности, опасные гидрометеорологические явления.

Изменчивость климатических условий влечет за собой увеличение опасных явлений погоды, которые отрицательно влияют на социальную и экономическую жизнь общества. Для обеспечения устойчивого развития экономики и защиты жизнедеятельности общества социально-экономические структуры широко используют в своей деятельности гидрометеорологические данные и информационную продукцию Росгидромета.

Деятельность Росгидромета заключается в предоставлении актуальной гидрометеорологической информации, что вносит большой вклад в минимизацию социальных потерь (гибель людей) и экономических ущербов от опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) и неблагоприятных условий погоды. Своевременное и эффективное использование информации о реальном и прогнозируемом состоянии окружающей среды при осуществлении погодозависимой деятельности позволяет получить значимый экономический эффект (ЭЭ). Обычно, под экономическим эффектом понимается экономический результат или прирост между первоначальным и полученным итогом в результате внедрения интенсивных технологий и организационно-экономических мероприятий. В контексте рассматриваемой проблемы ЭЭ достигается за счет получения выгод, обусловленных полезностью гидрометеорологической информации. Экономический эффект измеряется как разность между денежным доходом от деятельности и денежными расходами на ее осуществление. Доходная часть ЭЭ от использования информационной гидрометеорологической продукции отражает предотвращенный ущерб в отраслях экономики, полученный благодаря заблаговременности составления и доведения до пользователей прогнозов погоды, и в том числе, опасных гидрометеорологических явлений, и принятию ими соответствующих превентивных мер. Отметим, что ЭЭ рассчитывается при использовании прогнозов за определенный период времени. Очевидно, что успешный прогноз ОЯ, имевшего место в данный период может составить значительную долю ЭЭ за счет большого предотвращенного ущерба, полученного в результате совместной деятельности организаций Росгидромета и пользователей гидрометеорологических прогнозов. Неточные прогнозы (ошибки-пропуски, ошибки-страховки), увеличивают затраты пользователей гидрометеорологической информации.

Росгидромет на регулярной основе проводит работу по определению экономического эффекта от использования информационной продукции в различных отраслях экономики. Так, суммарный ЭЭ в 2019 г. составил 41,9 млрд. рублей. По основным погодозависимым видам экономической деятельности в процентном выражении ЭЭ составил: транспорт и связь – 30,17%; производство и распространение электроэнергии, газа и воды – 36,04%; сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство – 11,93% от суммарного экономического эффекта от использования гидрометеорологической информации.

При анализе дифференциации экономического эффекта от использования гидрометеорологической информации в различных видах экономической деятельности необходимо учитывать следующие факторы: взаимосвязь ЭЭ с площадью территории, обслуживаемой

территориальными организациями Росгидромета (УГМС), *численность населения* на данной территории; *валовый региональный продукт* (ВРП); виды ОЯ, воздействующих на экономику данного региона, их *предупрежденность, повторяемость, интенсивность* и *продолжительность*.

Результаты, полученные в настоящей работе, показывают, что необходимо разработать комплексные критерии, позволяющие соотносить уровень экономического развития региона, сложность гидрометеорологических условий и эффективность обслуживания данного вида экономической деятельности. Кроме того, анализ затруднен отсутствием единой методологической базы оценки ЭЭ. Решение этих задач позволит проводить корректное сопоставление результатов, полученных УГМС, и определять эффективность предоставления обслуживания.

В заключение отметим, что развитие и укрепление взаимодействия организаций Росгидромета и пользователей информационной продукции позволит более эффективно использовать информационные гидрометеорологические ресурсы и, следовательно, будет способствовать росту показателей экономической полезности гидрометеорологической информации.

### **Analyzing differentiation of the benefit of using hydrometeorological information by the types of economic activity**

**A.Yu. Rybanova<sup>1</sup>, A.A. Fokicheva<sup>2</sup>, L.N. Vorobyova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *РИНМИ-WDC, Obninsk, Russia, aribanova@meteo.ru*

<sup>2</sup> *Advanced Training Institute, Moscow, Russia*

Abstract. The benefit of using hydrometeorological data and information products in 2019 is analyzed with respect to the types of economic activity that are most vulnerable to weather effects.

Key words: benefit, type of economic activity, hydrometeorological hazards

## Исследование структуры облаков, создающих потоки энергичных частиц

Свечникова Е.К.<sup>1,2</sup>, Мареев Е.А.<sup>1,2</sup>, Ильин Н.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт прикладной физики Российской Академии наук. Н. Новгород, Россия*

<sup>2</sup> – *Нижегородский государственный университет им. Лобачевского, Н. Новгород, Россия*  
*svechnikova@ipfran.ru*

Аннотация. Предложена методика оценки распределения заряда в облаке. По результатам её применения сделан вывод о механизме развития нисходящих потоков энергичных частиц, наблюдаемых под облаками на горной исследовательской станции Арагац в Армении.

Ключевые слова: электрическая структура облака, лавина убегающих электронов, приземное грозное увеличение потока энергичных частиц, модель релятивистской обратной связи.

Определение структуры грозных облаков, в том числе оценка распределения заряда в них, важно как с точки зрения фундаментальных исследований, так и для развития методов прогноза погодных явлений, включая молниевую активность. В данной работе представлен совместный анализ сведений об электрических свойствах облака и о развитии в нём потока энергичных частиц. Потоки энергичных частиц, формируемые в облаках земной атмосферы, регистрируются приборами как на космических аппаратах, так и на поверхности Земли. В зависимости от способа наблюдения, создаваемое облаками энергичное излучение принято называть гамма-вспышками земного происхождения (гамма-компонента излучения, направленного вверх; *terrestrial gamma-ray flashes*, TGF, [1]) и приземными грозными увеличениями потока энергичных частиц (излучение, направленное вниз; *thunderstorm ground enhancements*, TGE, [2]). Поток частиц, наблюдаемый над облаком или под ним, содержит электроны и фотоны с энергиями в диапазоне 10 кэВ - 100 МэВ.

Изучены свойства облаков, создающих TGE, наблюдаемые на станции Арагац в Армении. Разработана методика оценки распределения заряда в облаке по результатам наземных измерений динамики электрического поля под этим облаком, с использованием моделирования состояния атмосферы с помощью модели WRF-ARW. Достоверность моделирования подтверждается сопоставлением с результатами измерения приземных значений температуры и давления, а также сравнением с радиолокационными и спутниковыми данными. Найдена зарядовая структура облаков для 28 событий TGE. Для создающего TGE облака характерна двуслойная электрическая структура: нижний положительный заряд (частицы снежной крупы) и верхний отрицательный (частицы снега):

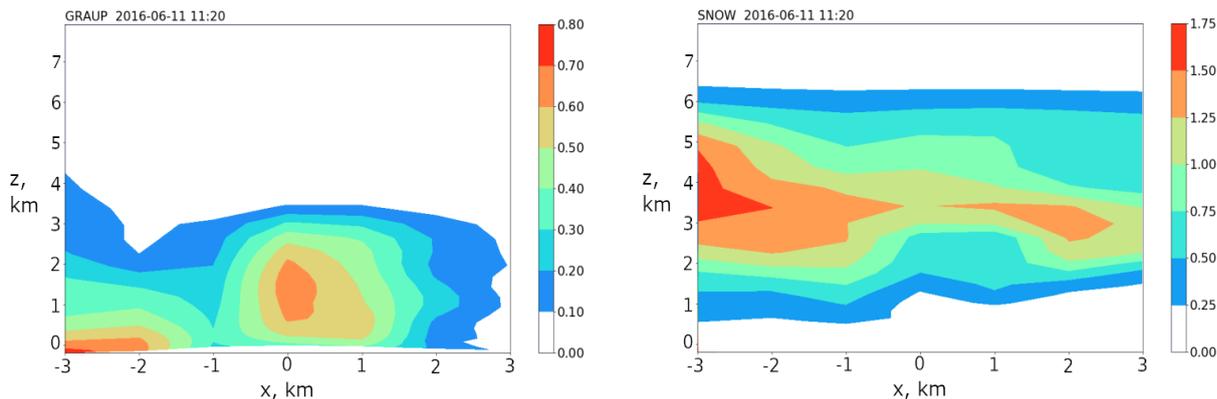


Рисунок 1 – Распределение водных частиц в составе облака, создавшего TGE, наблюдавшегося на станции Арагац 2016-06-11. Левый рисунок – распределение частиц снежной крупы в вертикальной плоскости над Станцией в момент события, правый рисунок – распределение частиц снега (цветовая шкала характеризует плотность частиц в  $\text{г/м}^3$ ). Положение станции соответствует нулевым значениям координат  $x$  и  $z$ .

TGF и TGE возникают благодаря развитию в электрифицированных облаках лавин релятивистских убегающих электронов (relativistic electron avalanche, RREA). Модель разряда с релятивистской обратной связью (relativistic discharge model, RFD model) основывается на модели RREA и учитывает возможность образования новых электронных лавин позитронами и гамма-квантами исходной лавины [3]. Развитие электронной лавины в области однородного электрического поля допускает аналитическое описание в рамках модели RFD [4]. Выражение для объёмной плотности убегающих электронов (с энергией около 7 МэВ) в конце лавины (формула (6) в [4]) приводит к следствию (1):

$$I_{re}\tau_0 = e^{\frac{z_0^2}{2 \cdot 7.3 \cdot 10^6 V}} \left| \frac{dE}{dz} \right| (z=0) \quad (1)$$

$I_{re}$  – поток быстрых электронов в единицу времени относительно его фонового значения (без лавин);  $\tau_0$  – время, за которое измеряется поток электронов;  $z_0$  – длина лавины;  $\left| \frac{dE}{dz} \right| (z=0)$  – производная вертикальной компоненты поля в конце лавины.

В предположении двухслойной зарядовой структуры формула (1) позволяет определить плотности зарядов двух слоёв по их геометрическим параметрам (находятся моделированием состояния атмосферы с помощью WRF) и результатам наземных измерений напряжённости электрического поля и потока частиц. Данные наблюдений TGE, применённые в настоящем исследовании, взяты из открытого архива Отдела космических лучей Ереванского физического института ([srd.yerphi.am/adei](http://srd.yerphi.am/adei)). Сравнение найденных по формуле (1) значений плотности заряда с результатами, полученными первым описанным способом (по анализу динамики приземного электрического поля) приводят к выводу о неприменимости модели RFD к наблюдаемым на станции Арагац TGE.

Таким образом, в рамках исследования разработано две методики оценки распределения заряда в облаке: для произвольных облаков и для облаков, создающих потоки энергичных частиц при действии механизма RFD. В результате применения обеих методик сделан вывод, что область применимости модели RFD, скорее всего, ограничивается явлением TGF.

Работа выполнена за счёт средств темы госзадания 0729-2020-0037.

#### Литература

1. Fishman G. J., et al. Discovery of Intense Gamma-Ray Flashes of Atmospheric Origin // Science. 1994. 264(5163). P. 1313–1316.
2. Chilingarian A. Thunderstorm Ground Enhancements — model and relation to lightning flashes // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. 2013. Vol. 107. P. 68–76.

3. *Dwyer J. R.* The relativistic feedback discharge model of terrestrial gamma ray flashes // *J. Geophys. Res.* 2012. Vol. 117. P. A02308.
4. *Dwyer J.R., Cummer S.A.* Radio emissions from terrestrial gamma-ray flashes // *J. Geophys. Res. Space Physics.* 2013. Vol. 118. P. 3769–3790.

### **Study of the structure of clouds creating fluxes of energetic particles**

**Svechnikova E.K.<sup>1,2</sup>, Mareev E.A.<sup>1,2</sup>, Ilin N.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences*

<sup>2</sup> – *Nizhny Novgorod State University, Nizhny Novgorod, Russia*  
*svechnikova@ipfran.ru*

**Abstract.** A technique for estimation of the distribution of charge in a cloud is proposed. Clouds producing fluxes of energetic particles observed at the Aragats Research Station in Armenia are studied. A conclusion about the mechanism of generation of particle fluxes is made.

**Keywords:** electric structure of a cloud, avalanche of runaway electrons, thunderstorm ground enhancement, relativistic feedback discharge model.

## **Воздействие разномасштабных климатических изменений на культурное и историческое наследие Соловецких островов**

**Священников П.Н., Осипова Т.Н.<sup>2</sup>, Багрянцев М.В.**

<sup>1</sup> – *ФГБОУ ВО СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия, svyashchennikov@mail.ru*

<sup>2</sup> – *ФГБОУ ВО СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия  
osipovat@mail.ru*

*ФГБОУ ВО ГУМРФ имени адмирала С.О.Макарова,  
Санкт-Петербург, Россия  
mbagryantsev@gmail.com*

Аннотация. Представлены результаты исследования изменений климата в районе Белого моря. Ключевые слова: Изменение климата, историческое культурное наследие.

Природно-территориальные комплексы Соловецкого архипелага и расположенные в их пределах археологические, исторические и архитектурные памятники находятся под постоянным влиянием внешних факторов среды и, прежде всего, метеорологических и климатических факторов. Под разномасштабными изменениями климата в данном докладе подразумевается как временной, так и пространственный масштабы изменений. Региональные изменения климата могут иметь свои особенности, отличающиеся от тенденций изменения глобального климата.

Представлены результаты исследования изменений климата на мезо- и микро- климатическом уровнях. На основе анализа данных наблюдений на сети метеорологических станций в районе Белого моря показано, что средняя за месяц температура воздуха за период 1996-2017 гг. возросла на 1 град.С в зимний сезон и на 2 град.С в летний. Преобладание увеличения температуры воздуха летом над зимним потеплением является характерной особенностью проявления современного потепления в районе Соловецкого архипелага.

Сравнение пространственного распределения климатических изменений в период первого потепления в Арктике (1920-1950 гг.) и современного потепления (1985-2015 гг.) демонстрирует подобие климатических изменений в исследуемом районе в оба периода. Однако при сравнительно одинаковой интенсивности увеличения температуры воздуха в рассматриваемые периоды потеплений, оказалось, что климатические режимы реализуются через разные погодные условия. Оценки изменчивости атмосферной циркуляции свидетельствуют о том, что погодные условия в период современного потепления обладают более частой сменой погодных условий по сравнению с периодом первого потепления. Подобный эффект приводит к созданию менее комфортных внешних условий для объектов культурного наследия, в том числе к созданию неблагоприятного температурно-влажностного воздушного режима.

Также особое внимание уделено изменчивости специализированных климатических характеристик, необходимых для оценки рисков. Отмечено, что состояние внутренней музейной среды также зависит от изменчивости микроклиматических параметров.

**Title of presentation Multiscale climate change impacts on cultural and historic  
ensemble of Solovetsky islands**

**Svyashchennikov P.<sup>1</sup>, Osipova T.<sup>2</sup>  
Bagryantsev M.**

<sup>1</sup>– *Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia,svyashchennikov@mail.ru*

<sup>2</sup>– *Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia, osipovat@mail.ru*

<sup>3</sup>– *Admiral Makarov State University, Saint-Petersburg, Russia, mbagryantsev@gmail.comAbstract.*

Presented the results of climate change investigation in the region of White sea.

Key words: Climate change, Cultural heritage

## Особенности полетов воздушных судов в районе ответственности АМСГ Краснодар

Соколова А.П.,<sup>1</sup> Волобуева О.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, *nst.palna@yandex.ru*

<sup>2</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия.

Аннотация. Анализ опасных явлений погоды с целью повышения качества метеорологического обеспечения полетов воздушных судов в районе ответственности АМСГ Краснодар.

Ключевые слова: Авиационная метеорология; опасные явления погоды, метеорологическое обеспечение.

В метеорологии опасными явлениями погоды считаются те, которые по интенсивности, продолжительности и охваченной ими площади превышают критические предельные значения метеорологических величин или их качественные характеристики. Для полетов воздушных судов особо опасными считаются явления, которые вызывают или сопровождаются сдвигами ветра, турбулентностью, обледенением, снижением видимости. Также опасными явлениями погоды считаются грозы и шквалы.

Для авиационных метеорологов повышенный интерес вызывают посадка и взлет летательного аппарата, так как этот этап полета наиболее сложен для экипажа и требует точности прогноза. Вместе с прогрессом в авиационной отрасли возрастает и спрос к синоптикам. Усовершенствования воздушных судов ведут к увеличению скоростей их передвижения, вместе с тем возрастают и требования к безопасности полетов.

Актуальность исследований состоит в необходимости определения вероятностного появления опасных явлений погоды в конкретном районе. Понимание возможных рисков для полетов летательных аппаратов поможет снизить материальные и физические потери авиации и, кроме того, уменьшить нагрузку для синоптической группы. Сведения о наибольшей интенсивности, частоте и повторяемости явлений погоды поможет метеорологам обратить внимание и совершенствовать свои знания в данных областях.

### Литература

1. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. 2009. С. 116-138.
2. Богаткин О.Г. Информационно-справочная книга авиационного метеоролога, книга 1 и 2. 2010. С. 625.
3. Овчаренко Ю.Ю., Волобуева О.В. Полеты воздушных судов в условиях атмосферной турбулентности и обледенения на аэродроме Красноярск (Емельяново). Сборник научных статей по материалам V Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 93-97.
4. Хандожко Л.А., Петрова М.В., Волобуева О.В. Практическая реализация метода оценки экономической полезности авиационных прогнозов. Метеоспектр, 2008. № 1 С. 63-68.

## Specific features of aircraft flights in the area of AMSC Krasnodar responsibility

Sokolina A.P.,<sup>1</sup> Volobueva O.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – RSHU, Saint-Petersburg, Russia, *nst.palna@yandex.ru*

<sup>2</sup> – RSHU, Saint-Petersburg, Russia, *ovvolobueva@rshu.ru*

Abstract: Analysis of dangerous weather phenomena to improve the quality of meteorological support of aircraft flights in the area of AMSC Krasnodar responsibility.

Keywords: aviation meteorology, dangerous weather phenomena, meteorological support.

## Нейросетевое прогнозирование температурных аномалий для Северного полушария Земли до 2030 года

Соловьев Д.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт океанологии имени П.П. Ширшова Российской академии наук (ИО РАН), Москва, Россия, solovev@ocean.ru*

Аннотация. На базе данных проекта BEST выполнен нейросетевой прогноз динамики ежегодного отклонения от средней аномалии осредненной температуры воздуха вблизи поверхности Земли для Северного полушария на период до 2030 года.

Ключевые слова: изменения климата, нейронное прогнозирование, аномалии температуры

Прогноз динамики потепления климата Земли имеет значительное влияние на различные сектора экономики, экологию и социальную обстановку[1]. Многие отрасли промышленности в значительной степени зависят от погодных условий. Среда обитания людей чувствительна к климатическим воздействиям. Переменные, определяющие погодные условия, такие как температура, относительная влажность, количество осадков и т. д., непрерывно изменяются во времени, образуя временные ряды. Они могут использоваться для разработки модели прогнозирования либо статистически, либо с использованием других средств [2]. Для моделирования межгодового хода аномалии средней годовой температуры воздуха, осредненной для широтной зоны 0—90° с.ш., были использованы искусственные нейронные сети (НС) — математические модели, позволяющие реализовать искусственный интеллект. Принцип работы искусственных НС подобен принципу обработки сигналов в нейронах живых существ. Для прогнозирования аномалии осредненной температуры воздуха для арктического региона был реализован нейросетевой алгоритм в программной среде STATISTICA Automated Neural Networks (Автоматизированные нейронные сети) на основе многослойной архитектура нейронной сети с обратным распространением ошибки. Ряд значений моделируемого параметра был разделен на обучающую, тестирующую (тестовую) и контрольную выборки. На обучающей выборке проводилось обучение модели, на тестовой — проверка результата моделирования. На заключительном этапе экспертным путем отбиралась наилучшая из нескольких конструкций НС, выбранных программой на основе условия максимума обучения, описанного в работе.

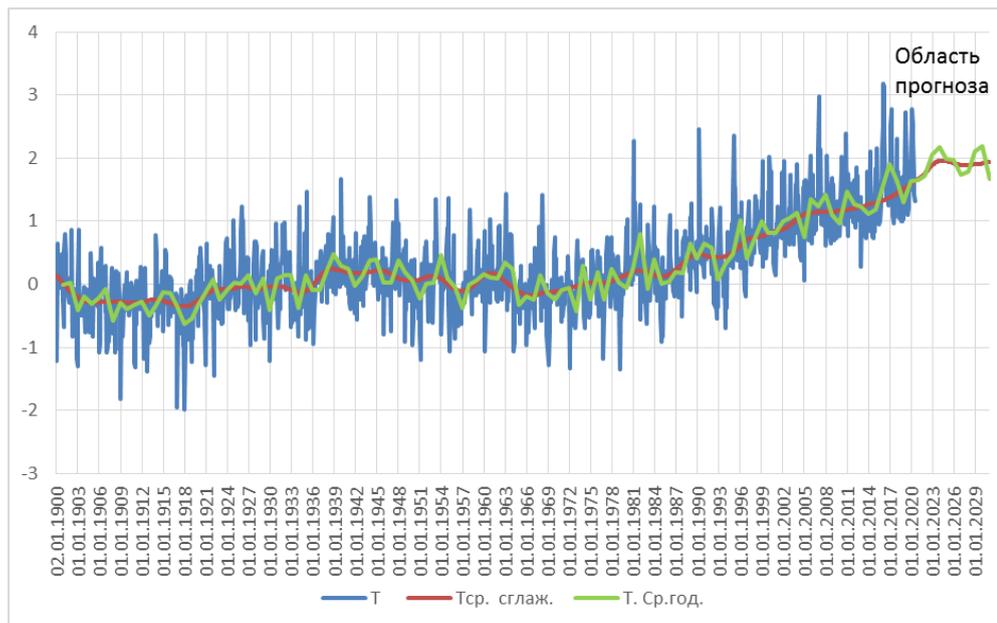


Рисунок 1— Динамика ежегодного отклонения от средней температуры воздуха ( $T$ ) в Северном полушарии (1900 -2020 гг.) и область нейросетевого прогноза (2020 -2030 гг.) межгодового хода аномалии среднегодовой ( $T_{\text{ср.год.}}$ ) и среднемесячной температуры ( $T_{\text{ср.сглаж.}}$ ) воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненной для широтной зоны  $60^{\circ}$  - $90^{\circ}$  с.ш. Источник: расчеты авторов, [3].

На рис.1 показаны результаты нейросетевого моделирования межгодового хода аномалии средней годовой температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненной для широтной зоны  $0^{\circ}$ — $90^{\circ}$  с.ш. за период 15.07.2020 - 15.07.2030 гг. Прогноз выполнен для сглаженных значений среднегодовых (зеленая линия) и среднемесячных (красная линия) значений аномалии средней годовой температуры воздуха. Синим цветом обозначены используемые исходные данные осредненной по широте аномалии температуры ( $T$ ). Для оценки, представленной на Рис.1. динамики ежегодного отклонения от средней температуры воздуха использовались значения температуры воздуха у поверхности Земли ( $T$ ), синтезированные в NASA Goddard Institute of Space Science (NASA GISS) в рамках уникального проекта Berkeley Earth Surface Temperature (BEST)[3]. Указанные данные находятся в свободном доступе на сайте <http://berkeleyearth.org/data/>.

Из анализа полученных рядов данных аномалий температуры следует, что ее максимальные значения будут достигнуты в конце 2023 года и составят для  $T_{\text{ср.сглаж.}}$  величину около  $1,96^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{ср.год.}} = 2,167$ ), а затем будет наблюдаться понижающийся тренд до 2026 года ( $T_{\text{ср.год.}} = 1,73$ ) и новый максимум приходится на 2029 год ( $T_{\text{ср.год.}} = 2,18$ ). Полученные результаты показывают хорошую прогностическую способность НС, по крайней мере, на тестовых выборках. Приведенные данные позволяют строить долгосрочный прогноз аномалии температуры воздуха с достаточной точностью. Можно предположить, что для адекватной работы нейронной сети необходимо периодически проводить её переобучение с учетом «подмешивания» других параллельных входов (в т.ч. климатические колебания, характеризующие обратные связи, которые обусловлены процессами обмена энергией на границе океан-атмосфера), тем самым учитывая влияние коррелированных процессов.

### Литература

1. Гулев С.К., Катцов В.М., Соломина О.Н. Глобальное потепление продолжается // Вестник РАН. 2008. Т. 78, № 1. С. 20–27.
2. Кузнецов Б.Ф. Краткосрочное прогнозирование температуры на основе нейронных сетей // Актуальные вопросы аграрной науки. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего..., 2019. № 30. С. 59–65.
3. Rohde R. и др. Berkeley Earth Temperature Averaging Process // Geoinfor Geostat An

Overv. 2013. T. 1, № 2. DOI: 10.4172/gigs.1000103.

## **Neural network forecasting of temperature anomalies for the Northern Hemisphere of the Earth until 2030**

**Solovyev D.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, Russia, solovev@ocean.ru*

**Abstract.** The paper considers a neural network forecast of the dynamics of the annual deviation from the average anomaly of the average air temperature near the Earth's surface for the Northern hemisphere for the period up to 2030 using data from the BEST project.

**Key words:** climate change, neural forecasting, temperature anomalies

## Определение содержания CO<sub>2</sub> в тропосфере и стратосфере наземным ИК спектроскопическим методом

Тимофеев Ю.М.<sup>1</sup>, Неробелов Г.М.<sup>1</sup>, Поберовский А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,  
y.timofeev@spbu.ru

Аннотация: Предложен и проанализирован наземный спектроскопический ИК метод определения содержания углекислого газа в тропосфере и стратосфере по данным измерений спектров солнечного излучения высокого спектрального разрешения.

Ключевые слова: климат, парниковые газы, углекислый газ, наземные спектроскопические измерения, тропосфера и стратосфера

Изменения климата Земли, обусловленные, в значительной степени, ростом содержания парниковых газов и, прежде всего, углекислого газа, стимулировали создание и эксплуатацию глобальной системы мониторинга содержания CO<sub>2</sub> [1]. Эта система состоит из наземных локальных и дистанционных измерений различного типа, самолетных и спутниковых систем наблюдений, наблюдений на высотных мачтах, кораблях и т.д. Значительную роль в получении такой информации играют наземные спектроскопические международные системы наблюдений TCCON и NDACC [2, 3].

Большая часть информации от этих систем получается прежде всего в виде общих содержаний газов, часто в виде средних отношений смеси для сухой атмосферы, например, XCO<sub>2</sub>. С другой стороны, измерения спектров солнечного ИК излучения высокого спектрального разрешения несут в себе определенную информацию о вертикальной структуре содержания ряда газов [4]. Анализ возможностей использования измерений спектров солнечного излучения для получения информации о вертикальном профиле содержания CO<sub>2</sub> проведен в работе [5]. Численный анализ информативности показал, что наземные измерения спектров солнечного излучения высокого спектрального разрешения позволяют получить 3-4 независимых параметра о вертикальном профиле CO<sub>2</sub>. Определение вертикальной структуры содержания CO<sub>2</sub> имеет важное значение с точки зрения исследований обмена парниковых газов между тропосферой, где антропогенный фактор определяет рост его содержания, и стратосферой.

Анализ погрешностей определения содержания CO<sub>2</sub> в тропосфере и стратосфере для различных спектральных схем измерений и различных временных периодов показывает, что они изменяются в широких пределах от 1 до 8 %. На основе анализа расчетов погрешностей для различных спектральных схем, а также сравнений с независимыми измерениями и моделированием выбраны две спектральные схемы, состоящие из измерений солнечных спектров в области 2600 см<sup>-1</sup> и 3100-3300 см<sup>-1</sup> для определения содержания CO<sub>2</sub> в тропосфере и стратосфере.

В докладе приводятся примеры реального восстановления тропосферного и стратосферного содержания CO<sub>2</sub> вблизи Санкт-Петербурга с помощью измерений спектров солнечного излучения в 2018-2019 гг. Для анализа точности нового ИК метода осуществлены сопоставления с независимыми измерениями (спутниковые приборы ACE и OCO-2) и результатами численного моделирования. Сравнения результатов наземных измерений с модельными данными программы CAMS показали хорошее согласие общего содержания CO<sub>2</sub> и его тропосферного и стратосферного содержаний, как правило в пределах 1% при исключение систематических расхождений. Сравнения с данными спутниковых измерений (приборы OCO-2 и ACE) так же демонстрируют хорошее согласие двух типов измерений и перспективность рассмотренной методики наземного дистанционного ИК метода.

### Литература

1. Ciais P., Dolman A. J., Bombelli A., et al., Current systematic carbon-cycle observations and the need for implementing a policy-relevant carbon observing system. Biogeosciences, 11, 3547–3602, 2014  
www.biogeosciences.net/11/3547/2014/ doi:10.5194/bg-11-3547-2014

2. TCCON (Total Carbon Column Observating Network), <http://www.tccon.caltech.edu/>
3. NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change), <http://www.ndaccdemo.org/>
4. Тимофеев Ю.М. Исследования атмосферы Земли методом прозрачности. СПб.: Наука. 2016.-367 с.
5. Тимофеев Ю.М., Филиппов Н.Н., Поберовский А.В. Анализ информативности и вертикального разрешения наземного спектроскопического ИК-метода определения вертикальной структуры CO<sub>2</sub> Оптика атмосферы. и океана, принято в печать.

### **Determination of CO<sub>2</sub> content in troposphere and stratosphere by ground-based IR spectroscopic method**

**Timofeev Yu.M.<sup>1</sup>, Nerobelov G.M.<sup>1</sup>, Poberovskii A.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Saint-Petersburg state university, Saint-Petersburg, Russia, y.timofeev@spbu.ru*

Abstract: The ground-based IR spectroscopic method of the determination of CO<sub>2</sub> content in the troposphere and stratosphere based on the measurements of solar radiance specters with high spectral resolution was presented and analyzed in current study.

Key words: climate, greenhouse gases, carbon dioxide, ground-based spectroscopic measurements, troposphere and stratosphere.

## Сравнения различных оценок антропогенных эмиссий CO<sub>2</sub> мегаполиса Санкт-Петербурга

Тимофеев Ю.М.<sup>1</sup>, Неробелов Г.М.<sup>1</sup>, Виролайнен Я.А.<sup>1</sup>, Поберовский А.В.<sup>1</sup>, Фока С.Ч.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,  
y.timofeev@spbu.ru

Аннотация: Представлены оценки антропогенных выбросов CO<sub>2</sub> с территории мегаполиса Санкт-Петербурга (Россия) на основе наземных и спутниковых дистанционных измерений. Полученные данные сопоставляются с результатами инвентаризационного подхода, а также с результатами моделирования.

Ключевые слова: парниковые газы, антропогенные выбросы CO<sub>2</sub>, методы определения выбросов CO<sub>2</sub>, ODIAC, CAMS.

Антропогенное влияние на климат нашей планеты (в частности, за счет роста содержания парниковых газов) делает чрезвычайно актуальным разработку и совершенствование различных методов оценки антропогенных эмиссий различных мегаполисов. В настоящее время для осуществления этих оценок используются различные методы и различные исходные данные (измерения). Существенную роль для осуществления независимых оценок антропогенных эмиссий различных мегаполисов в настоящее время играют наземные и спутниковые спектроскопические измерения пространственно-временных вариаций содержания, например, углекислого газа, и различные модели атмосферного переноса (см., например, [1-5]).

Реализация такого подхода требует решения последовательности двух обратных задач – атмосферной оптики и атмосферного переноса – со всеми соответствующими особенностями – неоднозначностью решений, зависимостью решения от точности измерений, качества используемых физических моделей, априорной информации и т.д.

В докладе анализируются результаты определения антропогенных эмиссий CO<sub>2</sub> мегаполиса Санкт-Петербурга, полученных методом инвентаризации, наземным и спутниковым спектроскопическими методами, а также с помощью моделирования в рамках европейской программы CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service). Оценки эмиссий на основе инвентаризационного и спутникового подходов оказались почти в два раза меньше, чем результаты данного исследования. Обсуждаются возможные причины существенных отличия разных оценок и подчеркивается важность независимой валидации, в частности, спутниковых данных.

### Литература

1. Miller C.E., Crisp D., DeCola P.L., Olsen S.C., Randerson J.T., Michalak A.M., Alkhaled A., Rayner P., Jacob D.J., Suntharalingam P., Jones D.B.A., Denning A.S., Nicholls M.E., Doney S.C., Pawson S., Boesch H., Connor B.J., Fung I.Y., O'Brien D., Salawitch R.J., Sander S.P., Sen B., Tans P., Toon G.C., Wennberg P.O., Wofsy S.C., Yung Y.L., Law R.M. Precision requirements for space-based XCO<sub>2</sub> data // J. Geophys. Res. 2007. Vol. 112. D10314. doi:10.1029/2006JD007659.

2. Hase F., M. Frey, T. Blumenstock, J. Groß, M. Kiel, R. Kohlhepp, G. Mengistu Tsidu, K. Schäfer, M. K. Sha, and J. Orphal . Application of portable FTIR spectrometers for detecting greenhouse gas emissions of the major city Berlin. Atmos. Meas. Tech., 8, 3059-3068, doi:10.5194/amt-8-3059-2015, 2015.

3. Тимофеев Ю.М., Березин И. А., Виролайнен Я. А. и др. Оценки антропогенных эмиссий CO<sub>2</sub> для Москвы и Санкт-Петербурга по данным спутниковых измерений OCO-2. // Оптика атмосферы и океана. 2020. Т. 33. № 4. С. 261–265

4. Makarova M.V., Hase F., Ionov D.V., et al. Emission Monitoring Mobile Experiment (EMME): An Over-view and First Results of the St. Petersburg Megacity Campaign-2019 // Atmos. Meas. Tech., на обсуждении, <https://doi.org/10.5194/amt-2020-87>.

5. Тимофеев Ю.М., Неробелов Г. М., Виrolainen Я. А., Поберовский А. В., Фока С. Ч.,  
Оценки антропогенных эмиссий CO<sub>2</sub> мегаполиса Санкт-Петербурга, Доклады РАН: Науки о Земле,  
т. 494, №1, 2020, С. 93-96

**Comparison of different estimates of CO<sub>2</sub> anthropogenic emissions  
from Saint-Petersburg metropolis**

**Timofeev Yu.M.<sup>1</sup>, Nerobelov G.M.<sup>1</sup>, Virolainen Ya.A.<sup>1</sup>, Poberovskii A.V.<sup>1</sup>, Foka S.C.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>- *Saint-Petersburg state university, Saint-Petersburg, Russia, y.timofeev@spbu.ru*

Abstract: Estimates of CO<sub>2</sub> anthropogenic emissions from the territory of Saint-Petersburg metropolis (Russia) which are based on ground-based and satellite remote measurements are presented. The obtained data were compared to emissions derived by an inventory approach and modelling.

Key words: greenhouse gases, CO<sub>2</sub> anthropogenic emissions, methods of CO<sub>2</sub> emission estimation, ODIAC, CAMS

## Инсоляционная контрастность Земли и изменение современного глобального климата

**Федоров В.М., Гребенников П.Б.**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,  
 fedorov.msu@mail.ru*

Аннотация. В результате корреляционного анализа определена связь многолетних изменений аномалии приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) и температуры поверхности океана (ТПО) Земли и полушарий (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature>) с многолетними изменениями годовой инсоляционной контрастности (ИК).

Ключевые слова: инсоляция, инсоляционная контрастность, температура воздуха, тренд

Для полушарий ИК рассчитывалась как разность солнечной радиации приходящей в широтную область  $0^{\circ}$ – $45^{\circ}$  (источник тепла) и  $45^{\circ}$ – $90^{\circ}$  (стока тепла) за год. Для Земли в качестве ИК принималось среднее годовое значение ИК, полученное для полушарий. ИК рассчитывалась по рассчитанным нами значениям инсоляции Земли (Федоров, 2018; Федоров, Костин, 2019). ИК обобщенно (по областям источника и стока тепла) отражает изменение меридионального градиента инсоляции регулирующего меридиональный перенос тепла в полушариях. Многолетние изменения ИК определяются изменением угла наклона оси вращения Земли в результате прецессии и нутации (Федоров, 2018; Федоров, Гребенников, 2017). Изменение ИК линейно связано с изменением угла наклона оси вращения Земли (коэффициент корреляции составляет  $-0,998$ ).

Изменения ПТВ и ТПО Земли и полушарий (данные университета Восточной Англии и метеобюро Хедли) в основном учитываются трендами (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature>). Значения коэффициента детерминации составляют от 0,693 до 0,862 (тренды – полиномы второй степени). Коэффициент детерминации показывает долю изменений ПТВ и ТПО определяемую трендом. Следовательно, чтобы объяснить тенденции многолетних изменений глобальной температуры следует определить фактор, определяющий тренды в исходных рядах ПТВ и ТПО. Анализ показывает, что многолетние изменения ПТВ и ТПО Земли и полушарий характеризуются тесными положительными корреляционными связями с многолетними изменениями ИК и отрицательными с многолетними изменениями угла наклона оси. Выполненные, по уравнению регрессии (по ансамблю линейных и полиномиальных решений) расчеты показали, что многолетние изменения ПТВ и ТПО в основном связаны с многолетними изменениями годовой инсоляционной контрастности (табл. 1).

Таблица 1 Многолетние изменения ПТВ и ТПО объясняемые регрессионной моделью.

|  | Земля/Мировой океан | Северное полушарие | Южное полушарие |
|--|---------------------|--------------------|-----------------|
| Приповерхностная температура воздуха (ПТВ) |                     |                    |                 |
| ИК   | 80,7%               | 73,4%              | 83,1%           |
| Температура поверхности океана (ТПО)       |                     |                    |                 |
| ИК   | 79,7%               | 69,3%              | 84,1%           |

Таким образом, определяются естественные причины изменения современного глобального климата. Основной из них является изменение наклона оси вращения Земли, регулирующее распределение приходящей к Земле солнечной радиации по широтам и сезонам и интенсивность меридионального теплообмена (работы «тепловой машины первого рода») (Шулейкин, 1953).

В общем виде механизм изменения температурного режима Земли и полушарий можно представить схемой (рис. 1).

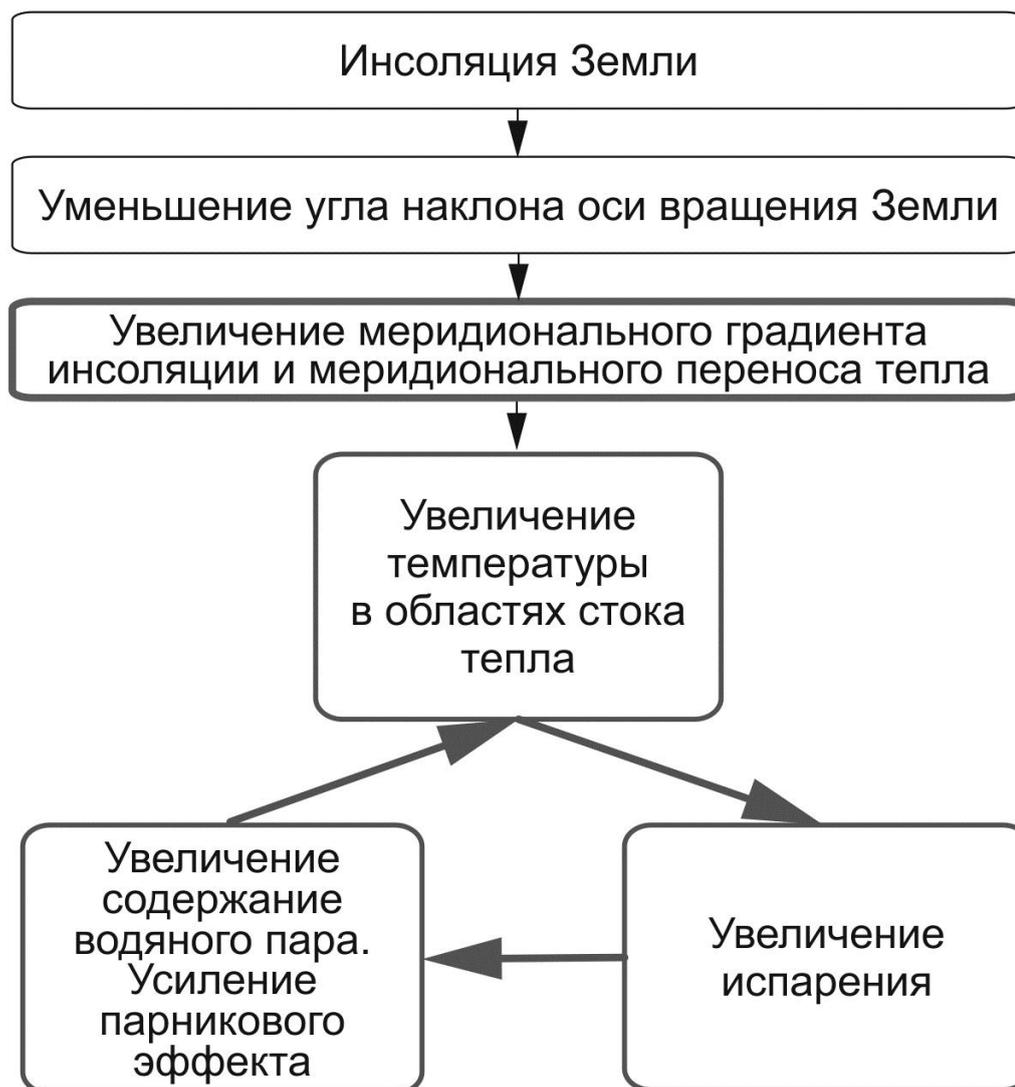


Рисунок 1 – Принципиальная схема радиационного теплообмена в атмосфере  
 Три связанных нижних блока в схеме представляют собой климатический детектор, приводящий к усилению глобального потепления.

#### Литература

1. Федоров В.М., Костин А.А. Вычисление инсоляции Земли для периода от 3000 г. до н.э. до 2999 г. н.э // Процессы в геосредах, 2019. № 2. С. 254 – 262
2. Федоров В.М. Солнечная радиация и климат Земли. М.: Физматлит, 2018. 232 с.
3. Федоров В.М., Гребенников П.Б. Расчет климатической нормы приповерхностной температуры воздуха на основе данных инсоляции // Геофизические процессы и биосфера, 2017. Т. 16. № 1. С. 5 – 22. DOI: 10.21455/GPB2017.1-1.
4. Шулейкин В.В. Физика моря. М.: АН СССР, 1953. 990 с.
5. <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature>.

## **Earth's insolation contrast and change of modern global climate**

**Fedorov V. M., Grebennikov P. B.**

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, fedorov.msu@mail.ru*

Abstract. As a result of the correlation analysis, the relationship between long-term changes in the anomaly of the near-surface air temperature (SAT) and the sea surface temperature (SST) of the Earth and hemispheres was determined (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature>) with long-term changes in the annual insolation contrast (IC).

Keywords: insolation, insolation contrast, air temperature, trend.

## Анализ повторяемости полярных мезовихрей в Баренцевом море на основании данных спутниковой съемки

Федосеева Н.В.<sup>1</sup>, Лопуха В.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, [fednat@mail.ru](mailto:fednat@mail.ru)

<sup>2</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В данной работе проведен анализ повторяемости мезовихрей в акватории Баренцева моря за 2015-2019 гг. по данным ежедневной мультиспектральной спутниковой съемки.

Ключевые слова: Полярные циклоны, Modis, Aqua, Terra

Полярные циклоны – это интенсивные морские циклоны с горизонтальными масштабами от 200 до 1000 км, которые развиваются к полюсу от главной бароклинной зоны. Начиная с конца двадцатого века, когда были запущены первые спутники, был проведен ряд исследований по формированию полярных мезовихрей в высокоширотных зонах океанов, включая моря российской Арктики, такие как, Баренцево море, Карское море, море Лаптевых. Поскольку некоторые полярные циклоны на спутниковых изображениях напоминают тропические циклоны с безоблачным глазом и спиральными облачными линиями, то в ряде исследований было выдвинуто предположение о том, что полярные мезовихри развиваются в результате совместного взаимодействия вихревых и адиабатических процессов, таких как конденсационный нагрев и поверхностные тепловые потоки. Однако, в другом ряде работ, ввиду схожести полярных циклонов на спутниковых изображениях с миниатюрными внетропическими циклонами с облачной системой в виде запятой, авторы предполагали, что мезовихри развиваются в результате бароклинной неустойчивости. Расмуссен и Тернер отметили, что оба процесса: конденсационный нагрев и бароклинная неустойчивость важны для развития полярных циклонов, таким образом, мезовихри являются гибридными облачными системами. Кроме того, неустойчивость в верхней тропосфере также может играть важную роль в развитии полярных мезовихрей [1].

Область активного мезомасштабного циклогенеза в Северном полушарии – акватория Баренцева моря. Межширотные контрасты температур приводного слоя, усиленные близко расположенным массивом дрейфующих льдов, и теплые атлантические воды, проникающие на север, интенсивный тропосферный перенос – основные факторы, определяющие развитие бароклинной неустойчивости в этом регионе. Источниками энергии являются турбулентные потоки тепла и влаги от морской поверхности [2, 3].

В данной работе рассмотрены полярные мезовихри, сформированные в акватории Баренцева моря за 2015-2019 гг. В качестве данных использованы спутниковые снимки первого уровня обработки, полученные при помощи спутников Aqua и Terra со сканирующим радиометром MODIS на борту. Интенсификация полярных мезовихрей за 2018-2019 годы подтверждает гипотезу о влиянии таяния льдов на увеличение количества случаев возникновения мезомасштабных вихрей в акватории морей русской Арктики. Годовой ход повторяемости формирования полярных мезовихрей демонстрирует общее увеличение их количества в холодное время года (с ноября по март) и относительное уменьшение в теплое время года (с апреля по октябрь).

Таблица 1 – Повторяемость формирования полярных мезовихрей в акватории Баренцево моря 2015-2019 гг.

|         | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Всего |
|---------|------|------|------|------|------|-------|
| Январь  | 4    | 3    | 3    | 5    | 4    | 19    |
| Февраль | 5    | 2    | 2    | 6    | 3    | 18    |
| Март    | 2    | 3    | 3    | 5    | 6    | 19    |
| Апрель  | 2    | 4    | 3    | 2    | 3    | 14    |
| Май     | 3    | 4    | 2    | 0    | 4    | 13    |
| Июнь    | 2    | 0    | 0    | 3    | 2    | 7     |
| Июль    | 1    | 2    | 1    | 1    | 0    | 5     |

|          |    |    |    |    |    |     |
|----------|----|----|----|----|----|-----|
| Август   | 2  | 2  | 2  | 4  | 0  | 10  |
| Сентябрь | 1  | 1  | 2  | 1  | 3  | 8   |
| Октябрь  | 2  | 1  | 1  | 2  | 4  | 10  |
| Ноябрь   | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 13  |
| Декабрь  | 2  | 4  | 3  | 4  | 4  | 17  |
| Всего    | 26 | 29 | 24 | 36 | 39 | 154 |

### Литература

1. Rasmussen E.A., Turner J. Polar lows. Cambridge: Cambridge University press, 2003.
2. Ефимова Ю.В., Булгаков К.Ю., Федосеева Н.В., Неелова Л.О., Угрюмов А.И., Лаврова И.В.
3. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета, 9-20, 2018.
3. Федосеева Н.В., Ефимова Ю.В., Лопуха В.О. Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России, 615-624, 2018.

### Analysis of the periodic of polar meso-scale cyclonic over Barentz Sea by satellite data

**Fedoseeva N.V.<sup>1</sup>, Lopukha V.O.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *RSHU, Saint Petersburg, Russia, fednat@mail.ru*

<sup>2</sup> – *RSHU, Saint Petersburg, Russia*

Abstract. This paper about repeatability meso-scale cyclonic over Barentz sea 2015-2019 by satellite MODIS Aqua and Terra data.

Key words: Polar lows, Modis, Aqua, Terra.

## Фоновые синоптические условия формирования орографических волн в тропосфере

Федосеева Н.В.<sup>1</sup>, Ефимова Ю.В.<sup>2</sup>, Куроплина В.И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт - Петербург, Россия, fednat@mail.ru

<sup>2</sup> – РГГМУ, Санкт - Петербург, Россия

<sup>3</sup> – РГГМУ, Санкт - Петербург, Россия

Аннотация. В работе был сформирован и проанализирован архив случаев синоптических ситуаций, характерных для формирования тропосферных горных волн над территорией Европы и Северной Африки. Данные спутниковой съемки в каналах водяного пара подтвердили наличие орографических волн для всех вошедших в архив случаев.

Ключевые слова: горные волны, спутниковая съемка, MODIS/Terra, Aqua.

Одним из наиболее опасных видов атмосферных возмущений для эксплуатации воздушных судов в условиях орографической турбулентности являются горные волны, возникающие в условиях недостаточной влажности, не сопровождающиеся формированием облачных полос. Одним из возможных способов обнаружения таких волн в тропосфере является использование спутниковой съемки в каналах водяного пара [1-3].

Преыдушие исследования позволили выявить фоновые синоптические условия, характерные для формирования орографических волн в тропосфере [4]. Как было установлено, областью, благоприятной для формирования горных волн, является периферия высотной фронтальной зоны (ВФЗ). При этом в одном случае орографические волны наблюдаются на южной стороне ВФЗ, с фиксированием гребня тепла на высоте стандартной изобарической поверхности АТ 850, и зоной высокого барического градиента на приземной карте, в некоторых случаях с волнообразным изгибом изобар. Следует также отметить, что зона формирования орографических волн находится на границе двух обширных барических образований: антициклона – на западе и циклона на востоке. При этом линия, соединяющая их центры, имеет широтную ориентацию. Другая синоптическая ситуация характеризуется формированием орографических волн на северной стороне ВФЗ. На АТ850 в данном случае наблюдается ложбина холода, с менее выраженными приземными градиентами и ориентированной с юго-запада на северо-восток линией, соединяющей центры барических объектов.

Целью исследования ставилось сопоставление синоптических ситуаций в горных районах Европы и Северной Африки с выявленными типовыми синоптическими ситуациями. Были рассмотрены ежедневные приземные и высотные карты барической топографии за период с января 2004 года по март 2020 года и диагностированы 35 относящихся к фоновым случаям. Дальнейший анализ данных спутниковой съемки в каналах водяного пара подтвердил наличие тропосферных орографических волн во всех 35 случаях.

При этом можно отметить, что в 25 случаях волны формировались на южной стороне высотной фронтальной зоне (ВФЗ) при ее широтном расположении. А в 10 случаях они наблюдались на северной периферии меридионально расположенной ВФЗ.

### Литература

1. Wimmers, Anthony; Griffin, Sarah; Gerth, Jordan; Bachmeier, Scott; Lindstrom. Observations of gravity waves with high-pass filtering in the new generation of geostationary imagers and their relation to aircraft turbulence. Weather and Forecasting , Volume preprint: 1 – Oct 30 2017.

2. D. Eckermann and D. L. Wu. Satellite detection of orographic gravity-wave activity in the winter subtropical stratosphere over Australia and Africa, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 2012, 39. pp 23-27.

3. Федосеева Н.В., Ефимова Ю.В. Применение спутниковой съемки в каналах водяного пара при дешифрировании горных волн.// Материалы V научно-технической конференции «Проблемы военной геофизики и контроля состояния природной среды». СПб, 23-25 мая 2018 г. С. 736-739.
4. Федосеева Н.В., Ефимова Ю.В., Куроплина В.И. Дешифрирование "невидимых" орографических волн по данным спутниковой съемки в каналах водяного пара. В книге: Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации. Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 173-174.

### **Background synoptic patterns of orographic waves formation in troposphere**

**Fedoseeva N.V.<sup>1</sup>, Efimova Yu.V.<sup>2</sup>, Kuroplina V.I.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, fednat@mail.ru*

<sup>2</sup> – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia*

<sup>3</sup> – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia*

Abstract. The synoptic patterns archive, resulting to tropospheric maintain wave formation, was prepared and analyzed for Europe and Northern Africa. Water vapor satellite data demonstrated orographic wave existence in these cases.

Key words: mountain waves, satellite imagery, MODIS/Terra, Aqua.

## Анализ условий формирования и режима осадков по территории Республики Узбекистан

Хамдамова Г.М.<sup>1</sup>, Дергачёва И.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Научно-исследовательский Гидрометеорологический институт Узгидромета, Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup> – Научно-исследовательский Гидрометеорологический институт Узгидромета, Ташкент, Узбекистан, Dergacheva\_iv@mail.ru

Аннотация. В статье приводится анализ закономерностей формирования и территориально-временного распределения осадков по территории Узбекистана, и классификация территории по режиму осадков на основе метода расчета и анализа эмпирико-ортогональной составляющей.

Ключевые слова: режим осадков, эмпирико-ортогональная составляющая (ЭОС), погодообразующие компоненты.

Основным источником формирования водных ресурсов в Узбекистане являются осадки, которые распределены по территории и по сезонам года неравномерно (рисунок 1).

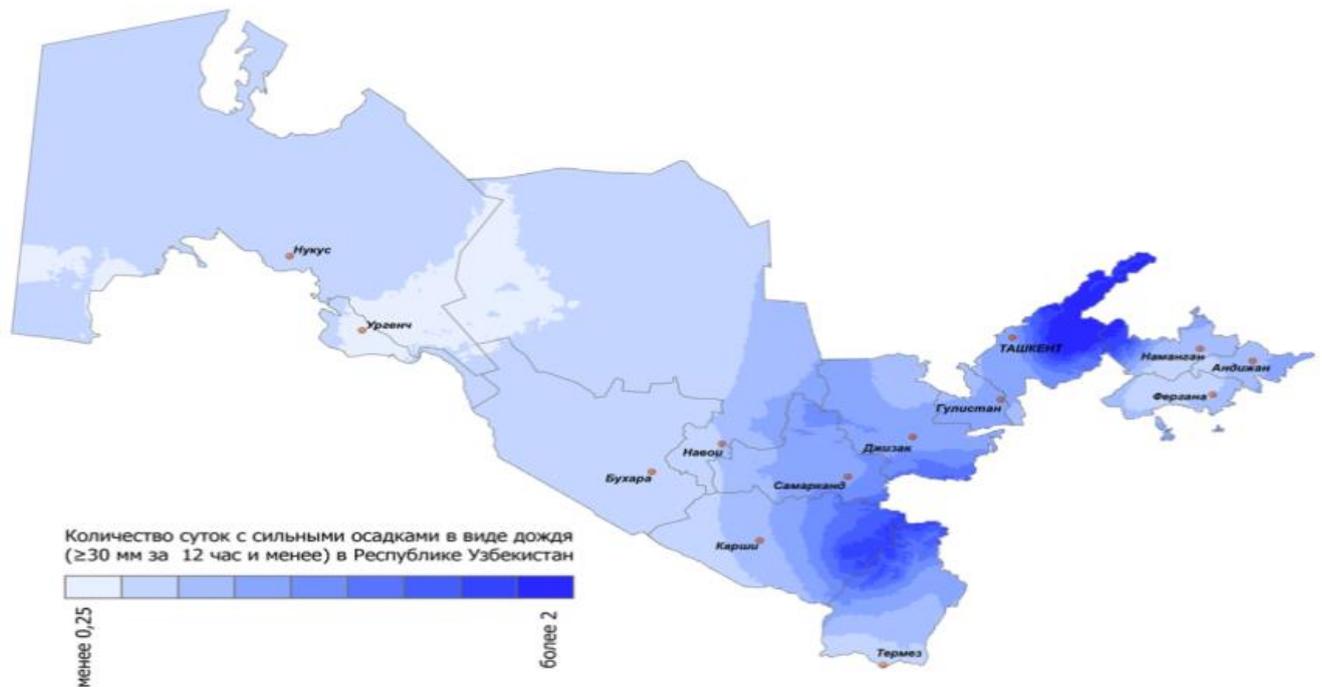


Рисунок 1 – Распределение осадков по территории Узбекистана

Это связано с особенностями движения воздушных масс, рельефом поверхности, направленностью и высотой горных хребтов. Осадки приносят, в основном, влажные воздушные массы, поступающие с Атлантического океана. Обилие атмосферных осадков оказывает значительное влияние на гидрогеологические условия. Подземные воды формируются из атмосферных осадков, выпадающих на земную поверхность и просачивающихся в грунт на некоторую глубину, а также из вод болот, рек, озер и водохранилищ, также просачивающихся в землю. Количество влаги, попадающей таким образом в почву, составляет 15-20% от общего количества выпавших атмосферных осадков.

Количество выпадающих осадков является одной из важнейших метеорологических величин в получении информации, в которой заинтересованы многие отрасли народного хозяйства [2].

Сфера применения данных о пространственной структуре и распределении количества осадков чрезвычайно широка. Всевозможные расчеты, связанные с проектированием городских канализационных сетей, водных магистралей и автомобильных дорог, плотин и дамб обязательно базируются на статической информации об осадках. Однако получение количественных характеристик осадков является очень сложной задачей. Во многих отраслях экономики в настоящее время практически не существует оперативно действующих схем численного анализа полей осадков. Это связано, прежде всего, с тем, что осадки крайне изменчивы в пространстве и времени, что представляет значительную трудность для проведения измерений и объективного анализа, в частности, из-за довольно редкой сети наземных станций и постов.

Анализ условий формирования осадков на территории Узбекистана, являющихся актуальным вопросом для планирования сельскохозяйственной деятельности и оценки водных ресурсов страны в целом. Важнейшей характеристикой осадков является их внутригодовое распределение. В Узбекистане максимум осадков приходится на март, апрель, а минимум – на летние месяцы. Следствием очень сухого и жаркого лета является необходимость выращивания большинства сельскохозяйственных культур только на поливных землях [1]. Изучение условий и причин образования осадков в Узбекистане проводится на основе метода расчета и анализа эмпирико-ортогональной составляющей или функции (далее – ЭОС) с учетом: генетической классификации осадков и причин их образования; физико-географических, климатических характеристик образования осадков в Узбекистане; особенностей среднемноголетнего режима осадков по Узбекистану; климатического районирования территории исследуемого региона.

Исходным материалом для проведения анализа служит архив месячных сумм осадков по станциям, расположенных на территории Узбекистана. Продолжительность наблюдений с 1937 по 2019 года. Метод ЭОС – один из основных способов уменьшить размерность данных, потеряв наименьшее количество информации. Для выявления погодообразующих компонентов используется критерий Кайзера, где все ЭОС, собственные значения которых  $\lambda_j \geq 1$ , считаются погодообразующими. По результатам начального метода ЭОС с 74-мя станциями Узбекистана исследуемый регион разделен на шесть однородных зон. Критерий определяющих компонентов (Кайзера) с собственными значениями  $\lambda_j \geq 1$  дал восемь собственных векторов.

В итоге территория Узбекистана разделена по режиму осадков на шесть регионов: I – равнина или плато Устюрт; II – дельта р. Амударьи, равнинная часть; III – территория Хорезмской области; IV- делится на две части: северная – пустыня Кызылкум, южная – предгорная территория; V - предгорная территория; VI – горная территория.

Проведенный анализ формирования осадков позволил сделать следующие выводы:

а) выявлены два сезона дождей в Узбекистане: сезон МАМ (с марта по май) и сезон ОНД (с октября по декабрь). Это связано с циркуляционными условиями, влиянием рельефа и географическим расположением страны;

б) на основе метода ЭОС определена классификация территории Узбекистана по режиму осадков;

г) наибольшее количество осадков наблюдается в предгорной и горной частях, наименьшее – в равнинной части территории страны.

#### Литература

1. Климат Ферганы Под ред. Б.А. Айзенштата, В.Н. Бабиченко, Г.Н. Леухиной. – Л: Гидрометеоздат, 1983. – 166 с.
2. Погода и урожай, использование прогноза погоды в планировании орошения. Вып. 4. – Т., 2016. – 24 с.
3. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Т.: Главгидромет РУз, 2007. – 133 с.

## **Analysis of formation conditions and precipitation regime in the territory of the Republic of Uzbekistan**

**Hamdamova G.<sup>1</sup>, Dergacheva I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Scientific Research Hydrometeorological Institute of Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan*

<sup>2</sup> – *Scientific Research Hydrometeorological Institute of Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan,  
Dergacheva\_iv@mail.ru*

Abstract. The article provides an analysis of the patterns of formation and territorial-temporal distribution of precipitation over the territory of Uzbekistan, and the classification of the territory by the precipitation regime based on the method of calculation and analysis of the empirical-orthogonal component.

Key words: precipitation regime, empirical-orthogonal component (EOC), weather-forming components.

## О новом подходе к оценке биометеорологических условий комфортности для туристической отрасли

**Холматжанов Б.М.<sup>1</sup>, Петров Ю.В.<sup>2</sup>, Абдикулов Ф.И.<sup>2</sup>, Абдикулова М.Р.<sup>2</sup>,  
 Сайпидинов З.Ф.<sup>2</sup>, Сафаров Ф.Б.<sup>3</sup>, Махмудов И.М.<sup>3</sup>, Абдулахатов Э.И.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – Научно-исследовательский гидрометеорологический институт,

Ташкент, Узбекистан, *bkhol@mail.ru*

<sup>2</sup> – Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

<sup>3</sup> – Центр гидрометеорологической службы Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Предлагается использование термогигрометрического коэффициента сухости воздуха для оценки биоклиматических условий, в том числе термического комфорта. Полученные результаты могут быть использованы в туристической индустрии.

Ключевые слова: биометеорология, термогигрометрический коэффициент сухости воздуха, тепловое ощущение.

Биоклиматическое влияние окружающей среды на организм человека характеризуется рядом биометеорологических показателей или индексов, являющимися косвенными индикаторами оценки его теплового состояния. В настоящее время для оценки биоклиматических условий применяется более 30 показателей (индексов), условно подразделенных на 7 основных групп: 1) температурно-влажностные показатели; 2) температурно-ветровые (индексы холодного стресса); 3) температурно-влажностно-ветровые (для теневых пространств); 4) температурно-влажностно-ветровые (с учетом солнечной радиации); 5) индексы патогенности и изменчивости климата; 6) индексы континентальности климата; 7) индексы, характеризующие состояние атмосферы [1].

Оценка условий теплового комфорта выполнена на основе термогигрометрического коэффициента сухости воздуха ( $K$ ), выражающего одновременное влияние температуры и влажности воздуха [2]:

$$K = \frac{T - t_d}{T} = \frac{\Delta}{T}$$

где  $T$  – температура воздуха в Кельвинах,  $t_d$  – температура точки росы,  $\Delta$  – дефицит температуры точки росы.

На основе зависимости тепловых ощущений человека от температуры и коэффициента сухости выделено 6 зон этих ощущений: 1 - сильный холод, 2 - холод, 3 - комфорт, 4 - относительный комфорт, 5 - жара, 6 - сильная жара.

Данные срочных наблюдений за температурой воздуха и точки росы на метеорологической станции Самарканд в период 2009-2018 гг. послужили информационной базой для проведения исследования.

На основе расчетов получены суточные распределения многолетних средних условий теплового комфорта для каждого месяца и годовые распределения многолетних средних условий теплового комфорта для всех восьми сроков наблюдений. Анализ результатов показал, что многолетние средние значения термогигрометрического коэффициента сухости воздуха имеют ярко выраженный суточный и годовой ход. Также рассчитана многолетняя средняя декадная повторяемость распределения условий теплового комфорта (рис. 1).

На основе подхода, приведенного в работе [3], составлена информационная схема «Климатическая информация для туризма» (Climate-Tourism-Information-Scheme - CTIS) (рис. 2). Данная схема, кроме условий теплового комфорта, включает в себя информацию о двух других компонентах - эстетический и физический. В ней условия тепловых ощущений представлены следующим образом: холодной стресс - соответствует зоне 1, тепловой комфорт - зоне 3, жаркий стресс - зоне 6. Эстетические компоненты информируют о солнечных днях (облачность < 5 баллов) и условиях тумана (относительная влажность > 93%), а физические компоненты - духоту

(давление пара  $> 18$  гПа), сухие дни (осадки  $< 1$  мм), дождливые дни (осадки  $> 5$  мм) и штормовые условия (скорость ветра  $> 8$  м/с).

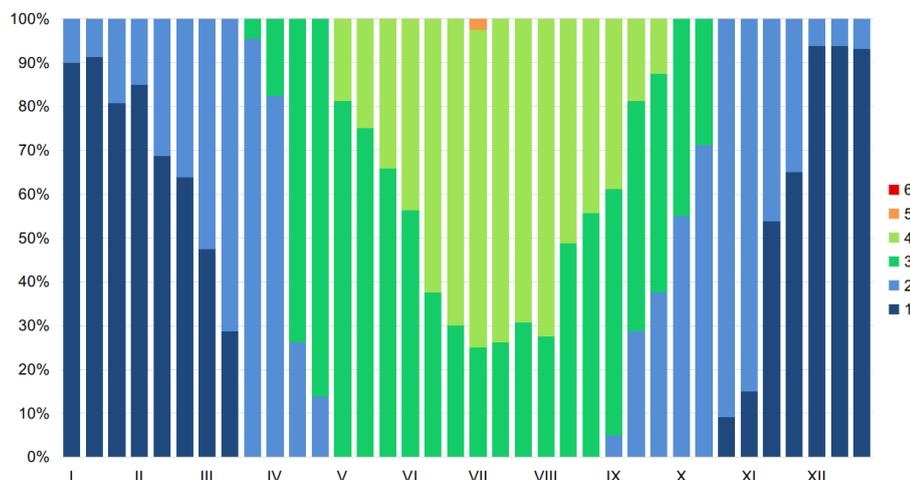


Рисунок 1– Многолетняя средняя декадная повторяемость зон теплового комфорта, рассчитанная на основе значений ТКК, в %

1 - сильный холод, 2 - холод, 3 - комфорт, 4 - относительный комфорт, 5 - жара, 6 - сильная жара

Для облегчения понимания туристами СТIS, схема представлена в семи климатических классах от «крайне неблагоприятного» до «идеального», что соответствует 14% вероятности для каждого класса. Для факторов холодного и жаркого стресса, тумана, духоты, дождливых и ветреных дней более высокая вероятность означает менее благоприятные условия, а для теплового комфорта, солнечных и сухих дней более высокая вероятность означает более благоприятные условия.

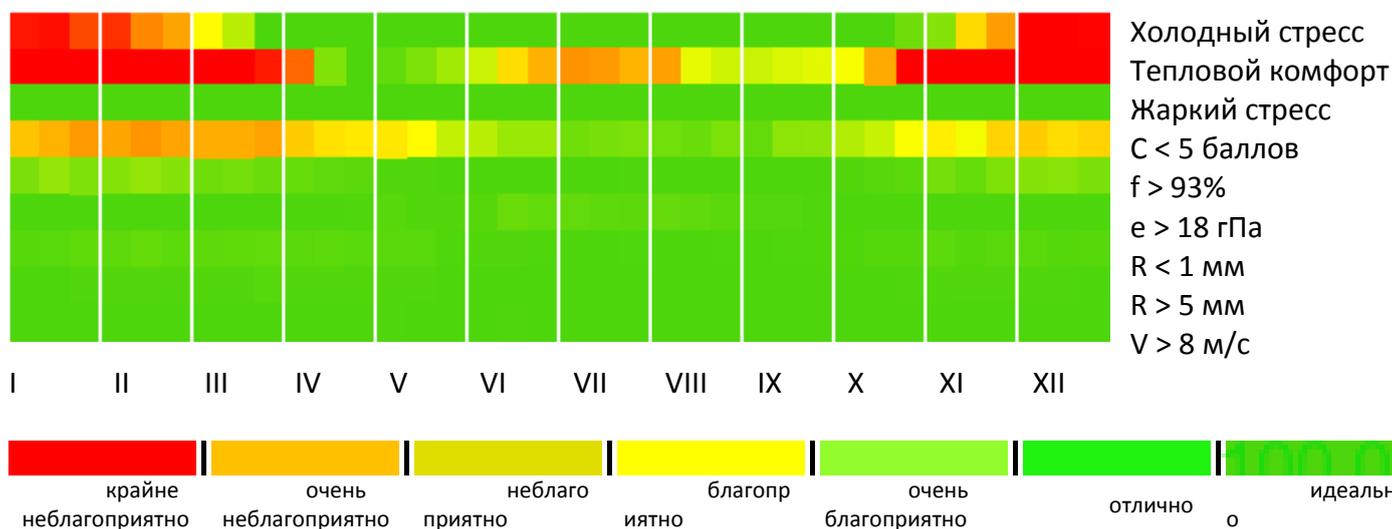


Рисунок 2.

### Литература

1. Андреев С.С. Интегральная оценка климатической комфортности на примере территории Южного Федерального округа России. Монография. - СПб, изд. РГГМУ, 2011 - 304 с.
2. Petrov Yu.V., Abdullaev A.K. On the problem of air dryness estimation // Russian Meteorology and Hydrology, Vol. 35, Issue 10. 2010. – PP. 715-719.
3. Zaninović K., Matzarakis A. The bioclimatological leaflet as a means conveying climatological information to tourists and the tourism industry // Int J Biometeorol, 2009. 53: 369–374.

## **On a new approach to assessing biometeorological comfort conditions for tourism industry**

**Kholmatjanov B.M.<sup>1</sup>, Petrov Yu.V.<sup>2</sup>, Abdikulov F.I.<sup>2</sup>, Abdikulova M.R.<sup>2</sup>,  
Saypidinov Z.F.<sup>2</sup>, Safarov F.B.<sup>3</sup>, Makhmudov I.M.<sup>3</sup>, Abdulakhatov E.I.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan, bhol@mail.ru*

<sup>2</sup> – *National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

<sup>3</sup> – *Center of the Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan*

Annotation. It is proposed to use a thermohygrometric coefficient of air dryness to assess bioclimatic conditions, including thermal comfort. Obtained results can be used in the tourism industry. Key words: biometeorology, thermohygrometric coefficient of air dryness, thermal sensation.

## Результаты сравнительных наблюдений автоматической метеостанции со стационарными наблюдениями на метеоплощадке Куйган

Чердниченко А.В., Чердниченко А.В., Чердниченко В.С., Пивненко Ю.А.

Аннотация. Представлены результаты сравнения измерений метеорологических параметров между метеорологическими станциями, автоматической и обычной (стационарная метеоплощадка). Высказано предположение о возможных причинах имеющихся расхождений, для каждого параметра.

Ключевые слова: Автоматическая метеорологическая станция, температура воздуха, температура почвы, влажность воздуха, сезонные колебания, количество осадков, скорость и направление ветра, расхождения параметров, датчик.

Современную Национальную гидрометеорологическую службу трудно представить без новейших автоматизированных систем мониторинга. Это касается в первую очередь цифровых электронных средств измерения первичной информации (датчиков) в таких областях как загрязнение воздуха, аэрологическая, метеорологическая и др. Модернизация наземной метеорологической сети направлена на увеличение ее плотности, а также на повышение точности измеряемых параметров, используемых для выпуска прогностической продукции. Важным фактором при выборе электронных автоматизированных средств измерений должно быть качество получаемой информации, ее достоверность и сопоставимость со средствами измерений, которые применяются на стандартных метеорологических площадках.

Для потребителей гидрометеорологической информации, весьма важно использовать данные и информацию, которая отвечает всем техническим нормам и требованиям Наставления. Такой подход не является капризом, это важно для прогнозирования и оценки различных метеорологических условий и моделирования ситуаций, а также сопоставления рядов при проведении научного анализа, сравнимости полученных результатов с данными ведущих мировых центров.

Преследуя перечисленные цели, коллектив авторов по заданию РГП «Казгидромет», проводил сравнительный анализ данных метеорологических наблюдений, полученных стандартными инструментальными методами и автоматическими метеостанциями.

Необходимо было выяснить, насколько сравнимы между собой результаты измерений, если имеются различия, то по каким параметрам, каковы величины расхождений и по возможности обнаружить и указать причины таких отклонений.

Были рассмотрены данные по температуре воздуха (максимум, минимум, средняя), температуре подстилающей поверхности, относительной влажности воздуха, количеству осадков и скорости ветра. Сравнения выполнялись по данным измерений во все сезоны, за период 2010...2011 гг.

В процессе выявления наличия отклонений, за эталон были приняты данные, полученные посредством стандартных наблюдений на метеорологической станции (М). Таким образом, были рассчитаны значения разности ( $\Delta$ ), которые показывают отклонение метеорологических величин на автоматической метеорологической станции (АМС) относительно М ( $\Delta = М - АМС$ ). Соответственно, значение  $\Delta$  со знаком плюс говорит о том, что АМС занижает метеорологическую величину, а  $\Delta$  со знаком минус – что она завышена относительно значения, полученного на М.

*Температура воздуха.* Максимальная повторяемость разностей для срочной температуры соответствовала значению  $-0,2$  °С. Для максимальной температуры воздуха данное значение соответствовало  $-0,4$  °С и  $-0,2$  °С для 2010 и 2011 года соответственно.

Резкие изменения разности значения минимальной температуры наблюдается в 15 ч и они наиболее характерны для зимы и осени. У максимальной же температуры наблюдается наиболее широкое распределение значительных отклонений в сроки от 12 до 21 ч, и отмечаются во все

сезоны. Интересным является факт, что в суточном ходе в среднем за год для срочной и максимальной температуры воздуха максимальное отклонение меняется от  $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

*Температура почвы.* Суточный ход температуры почвы за исследуемый период, имеет следующее распределение – максимальное отклонение приходится на 12 ч, наибольшее значение в годовом ходе наблюдается весной ( $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), летом, величина максимального отклонения составляет  $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зимой и осенью максимум отклонений средних температур почв приходится на утренний (06 ч) и ночной (03 ч) сроки, также отмечается значительная разность в 21 ч.

*Относительная влажность.* При анализе показаний относительной влажности по сезонам, обнаружено, что в 2010 г. во все сезоны, кроме зимы, наблюдается занижение значений влажности на АМС, причем прослеживается сравнительно ровный ход без ярко выраженного максимума. В весенний период наблюдается определенная тенденция к уменьшению отклонений в срок 21 ч, а затем незначительный рост. Зимой же максимальное отклонение хорошо выражено в сроки 18 ч, 21 ч, разница здесь составляет  $-3\%$ .

*Осадки.* При сравнительном анализе разностей по осадкам, были отдельно рассмотрены твердые и жидкие осадки.

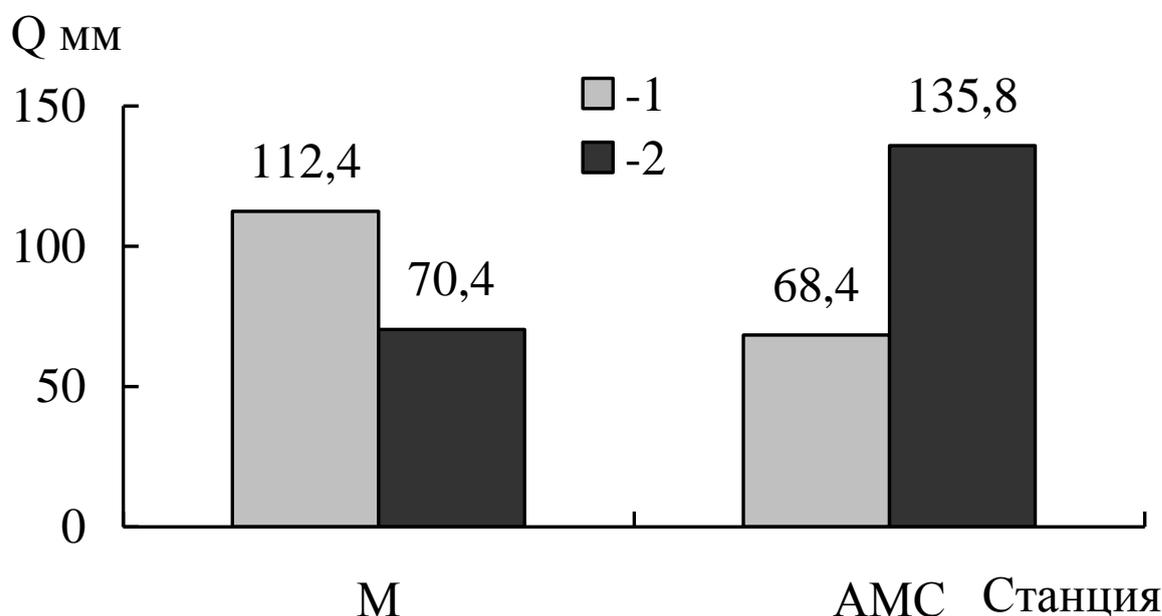


Рисунок 6 – Суммарные величины осадков за два года по МС и АМС.

1 – жидкие осадки, 2 – твердые осадки.

Можно видеть, что количество жидких осадков датчик АМС занижает по отношению к М, а твердые осадки наоборот завышает. Так же помимо этого по твердым осадкам АМС зарегистрировало еще дополнительно 91 мм. Таким образом, по твердым и по жидким осадкам мы имеем значительные расхождения в результатах измерений, что, конечно же, недопустимо.

*Скорость ветра.* Наибольшие отклонения в направлении наблюдаются при малых скоростях. Отметим, что при этом значения для АМС завышены, а при больших значениях скорости величина отклонения незначительно занижается, а при скорости ветра  $9\text{ м/с}$  – сводится к минимуму. К сожалению, имеются расхождения при условиях, близких к штилевым.

**Comparative analysis of observations of the automatic meteorological station with stationary observations at the Kuigan method site**

**Cherednichenko A.V., Cherednichenko A.V., Cherednichenko V.S., Yu.A. Pivnenko Yu.A.**

Abstract. The results of comparing measurements of meteorological parameters between meteorological stations, automatic and conventional (stationary weather site) are presented. An assumption is made about the possible causes of the discrepancies for each parameter.

Key words: Automatic weather station, air temperature, soil temperature, air humidity, seasonal fluctuations, rainfall, wind speed and direction, discrepancies of parameters, sensor.

## Многолетняя изменчивость центров действия атмосферы над Азиатско-Тихоокеанским регионом и ее влияние на региональные климатические условия

Шатилина Т.А.<sup>1</sup>, Цициашвили Г.Ш.<sup>2</sup>, Радченкова Т.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток, Россия,

tatyana.shatilina@tinro-center.ru

<sup>2</sup> – Институт Прикладной Математики ИПМ ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Аннотация. Представлена изменчивость геопотенциала  $H_{500}$  и приземного давления в области гавайского антициклона, азиатской и дальневосточной депрессий, охотского антициклона, охотского тропосферного циклона и ее влияние на погоду и климат Дальнего Востока.

Ключевые слова: центры действия атмосферы, охотский тропосферный циклон, климат.

Важными индикаторами состояния климатической системы являются интенсивность и положение центров действия атмосферы (ЦДА).

Основными данными для расчета интегральных характеристик атмосферной циркуляции в районах расположения ЦДА послужили архивы реанализа NCEP/NCAR атмосферного давления и геопотенциала  $H_{500}$  в узлах регулярной сетки  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  за период с 1948—2018 гг. Методами статистики для временных рядов параметров, характеризующих центры действия атмосферы, проведена оценка значимости тренда и выявлены доминирующие циклы.

В январе после 1980 г. увеличивается число лет с экстремально большими значениями геопотенциала  $H_{500}$  над Охотским морем, что свидетельствует о значительных изменениях режима охотского тропосферного циклона (ОТЦ) (Рис. 1а)

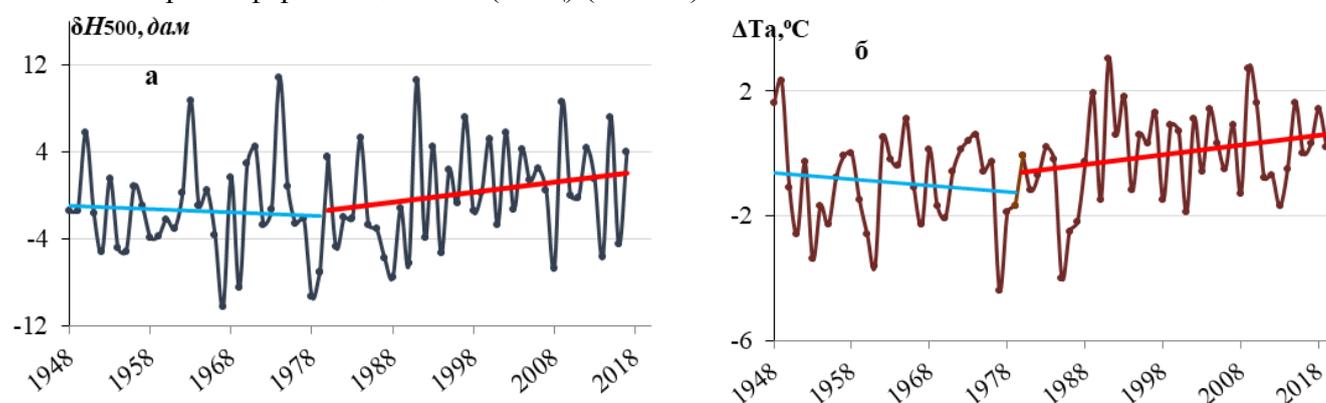


Рисунок 1 – Многолетняя изменчивость аномалий геопотенциала  $H_{500}$  над Охотским морем (а) и температуры воздуха на станции Абасири (б) в январе 1948—2017 гг.

В марте значительно увеличиваются амплитуды изменчивости геопотенциала  $H_{500}$ , а абсолютные максимумы были в 1989, 2008 и 2017 гг. Рост геопотенциала  $H_{500}$  над Охотским морем в течение последних 30 лет свидетельствует, что оно находилось под влиянием тихоокеанского высотного гребня, что способствовало изменению местоположения ОТЦ по сравнению с его среднемноголетним положением.

Отмеченная изменчивость режима ОТЦ обусловила изменения климата над территорией Дальнего Востока и появление локальных климатических экстремумов. Так, на метеостанции Абасири (восточное побережье о-ва Хоккайдо) в январе экстремальная температура воздуха наблюдалась в 1989, 1991 и 2009 гг. (рис.1б). Абсолютные максимумы температуры воздуха после 1980 г. выявляются и на других метеостанциях Охотского моря. Так, по данным Гидрометцентра России, в феврале 2015 г. экстремальная температура воздуха зафиксирована на станции Поронайск, такая аномалия ( $6^0\text{C}$ ) на Восточном Сахалине была впервые. В марте 2017 г. на

станциях Охотск и Аян экстремальная температура воздуха с аномалиями  $7,7^{\circ}\text{C}$  и  $5^{\circ}\text{C}$  отмечалась впервые за многолетний ряд наблюдений. Изменения в режиме ОТЦ были одной из причин аномально низкой ледовитости в Охотском море.

Представлены возможные механизмы формирования экстремальных термических режимов над Охотским морем в зимний период. Показано, что вторжения тихоокеанского гребня в пределы Охотского моря способствует смещению ОТЦ от своего климатического положения. По восточной периферии циклонического вихря осуществляется заток теплого воздуха на Охотское море, формируются экстремальные термические режимы.

В теплый период года после 1980 г. наблюдалось повышение давления в области азиатской депрессии (АД) и гавайского антициклона (ГА), особенно это было заметно в средней тропосфере. Значимые тренды в период 1980—2017 гг. отмечались в АД в средней тропосфере, значимость тренда составляла 0,04. В период 1980—2017 гг. давление над областью гавайского антициклона растет, значимость тренда составляет 0,05. Общая полувековая тенденция к ослаблению дальневосточной депрессии (ЛДД) в последние годы не имела продолжения: в области ЛДД наблюдается понижение атмосферного давления. Над Охотским морем в области сезонного центра действия атмосферы наблюдалось понижение давления—охотский антициклон ослабевал. Но следует отметить, что в последние годы интенсивность ОА приближается к норме, и даже превышает ее (2015, 2016 и 2018 гг.).

Представлены возможные механизмы формирования экстремальных термических условий в Японском море и СЗТО в летний период. Так, экстремально теплые условия в районе южных Курильских о-в и в юго-западной части Охотского моря формируются при интенсивном развитии гавайского антициклона. Одной из причин экстремально холодных термических условий является наличие над Охотским морем антициклона, способствующего выносу холодного полярного воздуха на районы Японского моря и Курильских островов.

#### Литература

1. Шатилина Т.А., Цицашвили Г.Ш., Радченкова Т.В. Изменчивость режима тропосферной ложбины у восточного побережья Азии и климатические экстремумы в период 1980—2017 гг. // Метеорология и гидрология. 2019. №8. С. 102—106.

2. Шатилина Т.А., Цицашвили Г.Ш., Радченкова Т.В. Режим охотского антициклона и климатические экстремумы в Курило-Хоккайдском регионе в летний период 1950—2017 гг. // Тезисы всероссийской конференции «Гидрометеорология и Экология: научные и образовательные достижения и перспективы развития. Санкт-Петербург, 2018, 19—20 декабря, С. 491—494.

3. Шатилина Т.А., Цицашвили Г.Ш., Радченкова Т.В. Особенности изменчивости летних центров действия атмосферы над Дальним Востоком и климатические экстремумы в период 1980—2017 гг. / Ученые записки РГГМУ, СПб, 2019, № 56, С. 61—80.

## **The atmospheric action centers long-term variability over Asian-Pacific region and its influence on regional climatic conditions**

**Shatilina T.A. <sup>1</sup>, Tsitsiashvili G.Sh.<sup>2</sup>, Radchenkova T.V.**

<sup>1</sup> – *Research institute of fisheries and oceanography, VNIRO, pacific branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok, Russia*

<sup>2</sup> – *Institute of Applied Mathematics, Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok, Russia*

Abstract. There was geopotential  $H_{500}$  and surface pressure variability in Hawaiian anticyclone, Asian and summer Far East depression, Okhotsk anticyclone, Okhotsk tropospheric cyclone and its influence on the Far East climate.

Key words: atmospheric action centers, Okhotsk tropospheric cyclone, climate.

## Влагосодержание воздуха при северном холодном вторжении

Эргашева Ю.Х.<sup>1</sup>, Петров Ю.В.<sup>2</sup>, Эгамбердиев Х.Т.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Национальный Университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан *unusual\_girl93@mail.ru*

<sup>2</sup> – Национальный Университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан, *uyvet@mail.ru*

Аннотация. Выполнена оценка водяного пара как потенциального источника пресной воды, содержащегося в атмосфере при различных типах погоды, на примере отдельных регионов республики Узбекистан.

Ключевые слова: влага атмосферная, ресурс природный, климат, температура воздуха, массовая доля водяного пара, давление водяного пара, количество осаждаемой воды.

В воздухе содержится большое количество паров пресной воды, которые могут быть сконденсированы в воду путем охлаждения воздуха на 10-60°C, и чем выше содержание паров в воздухе, тем меньше требуется охлаждения. В тропических, субтропических и прибрежных районах с большой влажностью для получения воды из воздуха достаточно его охладить на 10-15°C [1].

Количество воды, которое находится в каждый данный момент в атмосфере, равно 14 тыс. км<sup>3</sup> [1], в то время как во всех речных руслах всего 12 тыс. км<sup>3</sup>. Ежегодно с поверхности суши и океана испаряется 577 тыс. км<sup>3</sup>, столько же потом выпадает в виде осадков. Речной годовой сток составляет лишь 7% общего количества выпавших осадков. Скорость его естественного возобновления в значительной мере определяет хозяйственный потенциал водных источников. Таким образом, основной источник пресной воды - вода в атмосфере - оказывается практически неиспользуемым [2].

Северное холодное вторжение - синоптический процесс, при котором арктический воздух или холодный воздух умеренных широт проникают в пределы Средней Азии с севера - через Урал, Западную Сибирь и Казахстан. Вторжение сопровождается похолоданием, иногда небольшими осадками и усилением ветров. Значительная их часть протекает сравнительно спокойно, без резких, фронтальных явлений, при ясном или малооблачном небе.

В процессе северного холодного вторжения в Среднюю Азию приходят либо арктические воздушные массы, дающие особенно сильное похолодание, либо воздух северных широт. В основном вторгается Ас непосредственно за холодным фронтом, мощность их возрастает в направлении запада на восток.

Из числа умеренных воздушных масс с севера обычно приходит Ус - умеренный сибирский воздух. Это воздушная масса, находившаяся в антициклоне или в размытом антициклональном поле над Западной Сибирью или Северным Казахстаном. В Среднюю Азию Ус проникает часто в связи с арктическим вторжением, однако возможно и самостоятельное вторжение. Ус над Средней Азией в общих чертах характеризуется ясной и сухой погодой. Летом в 20-30% случаев его вторжение сопровождается сухой мглой и пыльными бурями. Более или менее существенные осадки выпадают летом в горах.

Характеристики средней температуры воздуха  $t$ , средней массовой доли водяного пара  $q$ , парциального давления водяного пара  $e$  и количество осаждаемой воды  $W$  в умеренном сибирском воздухе Ус при северном вторжении (тип б) для теплого периода приведены в таблице 1 для станций Ташкент, Бухара, Коканд, Ургенч и Тамды.

Летнее умеренное северное вторжение отличается сухостью и высокими температурами. Летом средняя утренняя температура находится в пределах 19-24°C и превышают средние минимумы на 3-5°C. Днем средняя температура доходит до 30-33°C. Абсолютный максимум может достигать 39°C.

Массовая доля водяного пара в теплый период возрастает по сравнению с зимним периодом примерно в 4 раза [3], достигая в мае и в летние месяцы 6,0-10 %, тогда как относительная влажность опускается до 10-20%.

Суточный ход массовой доли водяного пара в апреле и в мае обратен ходу температуры воздуха, т.е. утренние значения  $q$  выше дневных значений (в мае исключение – Коканд). Летом в Ургенче, Бухаре и Ташкенте утренние значения массовой доли водяного пара превосходят дневные, тогда как в Коканде и Тамды наблюдается обратная картина в сентябре в Ташкенте и Ургенче массовая доля водяного пара в утренние часы больше, чем в дневные. В октябре в Ургенче и в Ташкенте утром и днем одинаковые значение (5.1%).

Таблица 1. Характеристики средней температуры  $t$ , массовой доли водяного пара  $q$ , упругости водяного пара  $e$  и количества осажженной воды  $W$  в  $U_e$  (северное вторжение)

| Станция                | $q, \%$ |      | Средняя температура $t^\circ\text{C}$ |      | $e, \text{гПа}$ |      | $W, \text{см}$ |      | $W_{\text{ср}} \text{см}$ |
|------------------------|---------|------|---------------------------------------|------|-----------------|------|----------------|------|---------------------------|
|                        | 7 ч     | 13 ч | 7 ч                                   | 13 ч | 7 ч             | 13 ч | 7 ч            | 13 ч |                           |
| <b>Апрель</b>          |         |      |                                       |      |                 |      |                |      |                           |
| Ургенч                 | 3,9     | 3,4  | 9,1                                   | 20,1 | 6,0             | 5,2  | 1,3            | 1,2  | 1,3                       |
| Тамды                  | 3,2     | 2,8  | 7,0                                   | 14,5 | 4,9             | 4,3  | 1,2            | 1,1  | 1,1                       |
| Ташкент                | 5,1     | 5,2  | 6,2                                   | 12,9 | 7,8             | 8,0  | 1,6            | 1,7  | 1,7                       |
| Коканд                 | 6,1     | 4,9  | 11,0                                  | 18,8 | 9,3             | 7,5  | 1,9            | 1,6  | 1,7                       |
| Бухара                 | 5,8     | 3,4  | 11,3                                  | 21,2 | 8,9             | 5,2  | 1,8            | 1,2  | 1,5                       |
| <b>Май</b>             |         |      |                                       |      |                 |      |                |      |                           |
| Ургенч                 | 4,7     | 5    | 19,5                                  | 29,7 | 7,2             | 7,7  | 1,5            | 1,6  | 1,6                       |
| Ташкент                | 10,6    | 10,8 | 18,0                                  | 25,1 | 16,2            | 16,5 | 3,0            | 3,1  | 3,0                       |
| Коканд                 | 11,3    | 9,8  | 22,4                                  | 30,8 | 17,3            | 15,0 | 3,2            | 2,8  | 3,0                       |
| Бухара                 | 8,6     | 8,8  | 22,4                                  | 32,3 | 13,2            | 13,2 | 2,5            | 2,6  | 2,5                       |
| <b>Июнь - Сентябрь</b> |         |      |                                       |      |                 |      |                |      |                           |
| Ургенч                 | 7,6     | 6,4  | 22,0                                  | 31,7 | 11,6            | 9,8  | 2,3            | 2,0  | 2,1                       |
| Тамды                  | 5,5     | 8,5  | 22,0                                  | 31,0 | 8,4             | 11,0 | 1,7            | 2,5  | 2,1                       |
| Ташкент                | 8,4     | 6,6  | 20,8                                  | 29,9 | 12,9            | 10,1 | 2,5            | 2,0  | 2,2                       |
| Коканд                 | 9,7     | 10,2 | 19,5                                  | 29,6 | 14,9            | 15,6 | 2,8            | 2,9  | 2,8                       |
| Бухара                 | 6,7     | 5,9  | 21,8                                  | 31,3 | 10,3            | 9,0  | 2,0            | 1,8  | 1,9                       |
| <b>Сентябрь</b>        |         |      |                                       |      |                 |      |                |      |                           |
| Ургенч                 | 4,7     | 4,4  | 14,4                                  | 26,9 | 7,2             | 6,7  | 1,5            | 1,5  | 1,5                       |
| Ташкент                | 6,1     | 4,8  | 15,2                                  | 27,0 | 9,3             | 7,4  | 1,9            | 1,6  | 1,7                       |
| Бухара                 | 4,6     | 5,1  | 14,8                                  | 28,7 | 7,0             | 7,8  | 1,5            | 1,6  | 1,6                       |
| <b>Октябрь</b>         |         |      |                                       |      |                 |      |                |      |                           |
| Ургенч                 | 3,0     | 3,2  | 5,4                                   | 18,5 | 4,6             | 4,9  | 1,1            | 1,2  | 1,1                       |
| Ташкент                | 5,1     | 5,1  | 8,9                                   | 21,5 | 7,8             | 7,8  | 1,6            | 1,6  | 1,6                       |
| Бухара                 | 4,6     | 5,5  | 8,9                                   | 25,2 | 7,0             | 8,4  | 1,5            | 1,7  | 1,6                       |

В апреле на станциях Ургенч и Тамды, относящихся к северной территории Узбекистана, запасы воды 1,1-1,3 см. При северных вторжениях максимальные запасы воды над Ташкентом (3,0 см), Кокандом (3,0 см) и Бухарой (2,5 см) приходится на май, в разной степени превышая летние. Над Кокандом и летом сохраняется высокое значение  $W=2,8$  см. В сентябре и октябре - в Ургенче, Ташкенте, Бухаре в среднем  $W=1,6$  см, при этом в Ургенче всего 1,1 см.

#### Литература

1. Алексеев В.В., Березкин М.Ю. Пресная вода из атмосферной влаги для аридных районов. Интернет. Webmaster@intersolar, - 2003, -4с.
2. Алексеев В.В. Получение пресной воды из атмосферного воздуха для прибрежных районов засушливых областей земли. Вестник при НУУЗ.
3. Бугаев В.А., Джорджио В.А., Козик Е.М., Петросянц М.А. и др. Синоптические процессов Средней Азии. Изд-во АН Узбекской ССР, Ташкент, 1957, 477с.

### **Air moisture content at northern cold invasion**

**Ergasheva Y.Kh.<sup>1</sup>, Petrov Y.V.<sup>2</sup>, Egamberdiev Kh.T.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan unusual\_girl93@mail.ru*

<sup>2</sup> – *National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, yuvpet@mail.ru*

Abstract. Water vapor is estimated as a potential source of fresh water contained in the atmosphere under different types of weather, using the example of certain regions of the Republic of Uzbekistan.

Keywords: atmospheric moisture, natural resource, climate, air temperature, mass fraction of water vapor, water vapor pressure, amount of deposited water.

## Метод прогнозирования опасных явлений погоды на основе технологий искусственных нейронных сетей

Яременко И.А.<sup>1</sup>, Готюр И.А.<sup>2</sup>, Мешков А.Н.<sup>2</sup>, Рудь М.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – ВКА имени А.Ф. Можайского, г.Санкт-Петербург, Россия, f2re@yandex.ru

<sup>2</sup> – ВКА имени А.Ф. Можайского, г.Санкт-Петербург, Россия

В докладе рассмотрен метод прогнозирования тумана на основе технологий искусственных нейронных сетей. Метод обладает адаптивностью к физико-географическим особенностям и обладает средней 88% оправдываемостью прогнозов наличия тумана.

Ключевые слова: Методы прогнозирования опасных явлений погоды, искусственные нейронные сети, машинное обучение.

Существующие методы прогнозирования опасных явлений погоды обладают низкой оправдываемостью прогнозов, так, для туманов этот показатель составляет порядка 40%. Разрешающая способность прогноза времени начала и окончания тумана составляет несколько часов, в то время как в ходе выполнения современных операций требуется более оперативное реагирование на изменения в гидрометеорологической обстановке.

Решением данной проблемной ситуации может являться создание новых методов прогнозирования, обладающих повышенным пространственно-временным разрешением и адаптивностью к физико-географическим условиям. В качестве основы для разработки метода выбрана перспективная технология искусственных нейронных сетей. Преимуществами данной технологии является обучаемость, способность к обобщению и высокая адаптивность.

Тестирование разработанной модели нейронной сети осуществлялось на данных наблюдений с 2016 по 2019 года по 35 станциям. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о значительном увеличении оправдываемости прогнозов туманов, а также уменьшении дискретности заблаговременности прогнозирования времени начала и окончания тумана.

### Литература

1. Руководство по практическим работам метеорологических подразделений авиации Вооруженных сил, Приказ ГК ВВС от 8 сентября 1992.
2. Zhang J., Pu L., Zhang F., Song Q. CloudNet: Ground-Based loud Classification With Deep Convolutional Neural Network [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://doi.org/10.1029/2018GL077787> – свободный. – Англ.
3. Gemma J., Donald D., Machine Learning Predictions of a Multiresolution Climate Model Ensemble [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://doi.org/10.1029/2018GL077049> – свободный. – Англ.
4. Kalchbrenner N., Sønderby C., A Neural Weather Model for Eight-Hour Precipitation Forecasting <https://ai.googleblog.com/2020/03/a-neural-weather-model-for-eight-hour.html> – свободный. – Англ.
5. Линдигрин, А. Н. Искусственные нейронные сети как основа глубинного обучения // Известия ТулГУ. Технические науки. 2019. №12. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennye-neyronnye-seti-kak-osnova-glubinnogo-obucheniya>.

## **Methods of organizing the processing and storage of meteorological information using Big Data approaches**

**Yaremenko I.A.<sup>1</sup>, Gotur I.A.<sup>2</sup>, Meshkov A.N.<sup>2</sup>, Rud M.U.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Mozhaysky Military Space Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation, f2re@yandex.ru*

<sup>2</sup> – *Mozhaysky Military Space Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation*

The report describes the method of fog forecasting based on artificial neural network technologies. The method has adaptability to physical and geographical features and has an average 88% justification for forecasting fog.

**Keywords:** Methods of weather hazard prediction, artificial neural networks, machine learning.

Секция 2.  
«ГИДРОЛОГИЯ И ОКЕАНОЛОГИЯ ОТ АРКТИКИ ДО АНТАРКТИКИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»**Влияние североатлантических и северотихоокеанских вод на формирование водных масс в Арктических морях по данным экспедиционных наблюдений в 2014 и в 2019 гг.**Аверкиев А.С.<sup>1</sup>, Татаренко Ю.А.<sup>1</sup>,<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург*  
*asav@rsu.ru*

Аннотация. Проведен сравнительный анализ данных наблюдений, выполненных во время двух рейсов в Арктическом бассейне: летом-осенью 2014 г. на ОИС «Адмирал Владимирский» и летом-осенью 2019 г. на НИС «Профессор Мультановский» («Трансарктика 2019»). Рассмотрены основные водные массы Российской зоны Арктики, с учетом влияния и трансформации североатлантических и северотихоокеанских (берингоморских) вод. В обоих случаях экспедиционные наблюдения выполнялись в сентябре-начале октября, на этом основании дано предварительное сравнение термических условий двух лет.

Проникновение и трансформацию североатлантических вод рассмотрим на основании наблюдений, выполненных в августе-октябре 2014 г. во время рейса океанографического исследовательского судна (ОИС) «Адмирал Владимирский» по Северному морскому пути [1, 2] и наблюдений в августе-сентябре 2019 г. на НИС «Профессор Мультановский» («Трансарктика 2019»). Разрезы и станции, выполненные в Баренцевом, Карском и море Лаптевых, на маршруте следования, позволили проследить трансформацию атлантической водной массы в Баренцевом и Карском морях и на шельфе архипелага Северная Земля в море Лаптевых.

Данные станций, выполненных в северных морях российского бассейна, позволили отчетливо проследить процесс трансформации атлантической водной массы. Атлантическая вода поступает в Баренцево море с Нордкапским течением через пролив мыс Нордкап - о. Медвежий с приблизительными параметрами: температура 6 °С и выше, соленость – от 35.1 ‰. Наиболее заметные изменения параметров этой водной массы происходят в Баренцевом море [5]. Водная масса переносится на восток, северо-восток Мурманским, и Колгуево-Печорским течениями. При этом температура понижается до 3 °С, соленость – до 34.9 ‰ у п-ва Колгуев или 3-5 °С, 34.75 ‰. Далее, смещаясь на северо-восток с Новоземельским течением, водная масса приобретает параметры: температура - минус 0,75 °С, соленость - 34.8 ‰. Абсолютные значения на станциях в сентябре 2014 г. на поверхности на 3-4 °С выше средних значений. Это подтверждает известный факт, что в последние несколько лет в верхнем слое Баренцева моря сохраняется значительная положительная аномалия термического режима, кроме того станции выполнялись в начале сентября 2014 г., а это наиболее «теплый» период арктического лета. Соленость в наблюдениях 2014 г. понижается – от 34.8 ‰ у побережья Мурманна до 34.5 ‰. Эти значения несколько ниже средних, приведенных в [5,6], но локальная разница в 0.2-0.3 ‰ объясняется относительно близким к берегу расположением станций, где сказывается распреснение за счет стока рек и таяния льда. На глубине 150-200 м параметры водной массы ближе к средним значениям 6-7 °С и около 35 ‰ на входе в море и 3-4 °С и около 34.75 ‰ в Новоземельском течении. Далее через пролив между Новой Землей и Землей Франца Иосифа (пролив Макарова) атлантическая трансформированная вода поступает в северную часть Карского моря [1, 3]. При этом, если на севере Карского моря её параметры близки к значениям в Баренцевом море, то на шельфе Карского моря существенную роль в верхнем слое играет распреснение за счет стока Оби и

Енисей, и соленость существенно снижается до 20 -15 ‰. На глубинах, начиная с 25-28 м и до дна, значения солености соответствуют атлантическому происхождению воды и достигают 34.5-34.6 ‰. Температура на поверхности составляет 3-4 °С, а у дна на глубине около 50 м – минус 1 °С.

Дальнейшая трансформация водных масс наблюдается в море Лаптевых. Здесь атлантические воды прослеживаются только по солености и только на промежуточных и придонных горизонтах, значения солености составляют 34.2-34.5 ‰, также как в Карском море. В приповерхностном слое соленость понижена до 27-28 ‰, как у берегов п-ва Таймыр, за счет стока рек Лена и Хатанга, так и на свале глубин севернее Новосибирских о-вов. На T-S диаграммах станций в центральной части моря отчетливо видны 2 перегиба кривых, являющиеся признаками формирования промежуточных шельфовых вод с низкими температурами (от 0 °С и минус 1.5 °С) и относительно высокими значениями солености на глубинах 15-20 м и около 50 м, что отмечалось в [3, 4]. В Восточно-Сибирском море мелководные станции на шельфе демонстрируют понижение температуры от 2-3 °С на поверхности до минус 1.5 °С у дна и повышение солености от 21 ‰ у поверхности до 31 ‰ у дна. Примерно такие же параметры арктических шельфовых вод наблюдались и в море Лаптевых и в Карском море.

Представление о распределении водных масс и трансформации летней берингоморской воды (ЛБВ) в Чукотском море дают материалы разрезов, выполненных в 2014 г. и в 2019 г. Из данных разрезов видно, что по мере продвижения из Берингова пролива на север на шельфе Чукотского моря ЛБВ с первоначальной соленостью около 33 ‰ смешивается с поверхностной более пресной водой и заглубляется до промежуточных горизонтов 40-70 м. На больших глубинах ЛБВ видимо смешивается с «остатками» зимней берингоморской воды (ЗБВ) прошлых лет, соленость несколько возрастает до значений 33-34 ‰, температура понижается до минус 1.5-1.7 °С. На севере меридионального разреза отчетливо прослеживается распресненная до 28-29 ‰ вода в поверхностном слое из-за относительной близости кромки льда. Вертикальное распределение температуры и солености на станциях в центральной части в точности иллюстрирует положение верхней и нижней границ трансформированной берингоморской воды по температуре минус 1.4 °С на глубинах 35-40 м и 125-130 м соответственно (соленость 31-32.5 ‰), а также наличие распресненной воды (28.5 ‰) на поверхности в северной части разреза (вблизи границы Чукотского и Восточно-Сибирского морей).

Наглядное представление о движении поверхностных вод из Восточно-Сибирского моря в Чукотское и о трансформации берингоморской воды в направлении на северо-запад от Берингова пролива дают близкие к широтные разрезы 2014 и 2019 гг. Из данных разрезов видно, как распресненные поверхностные воды Восточно-Сибирского моря, продвигаясь на юго-восток вдоль побережья п-ва Чукотка, смешиваются с более соленой поверхностной водой Чукотского моря. При этом более соленые (свыше 32 ‰) и плотные воды берингоморского происхождения проникают на северо-запад в придонных горизонтах. В обоих годах температура на поверхности в соответствии со средними условиями повышается по мере продвижения из Восточно-Сибирского в Чукотское море. Однако, температурный режим в сравниваемые годы значительно различается. Так, если в Восточно-Сибирском море температура на поверхности в обоих случаях около 2 °С, то на юге Чукотского моря в 2019 г. температура значительно выше (до 9 °С) по сравнению с 4 °С в 2014 г. По данным, представленным в [9], термические условия 2014 года в южной части Чукотского моря можно отнести к средним или умеренно теплым. Так как в 2019 г. температура в верхних слоях на 4-5 °С выше, чем в 2014 г., то можно уверенно утверждать, что 2019 год относится к классу теплых лет (температура на поверхности выше нормы).

Разрез по меридиану, выполненный в 2019 г. дает представление о водных массах Восточно-Сибирского моря. Под относительно теплой и распресненной поверхностной водной массой, начиная с глубины 20-25 м, залегает подповерхностная или промежуточная ВМ с температурой до минус 2 °С и соленостью до 32 ‰. В южной части разреза повышенная соленость обеспечивается поступлением трансформированной ЛБВ с юго-востока с шельфа Чукотского моря. В северной части разреза на горизонтах приблизительно от 30 до 70 м отчетливо прослеживается холодная (до минус 2 °С) ЗБВ с соленостью 32-33.5 ‰, характерной для

берингоморской ВМ. Таким образом, еще раз подтвержден отмеченный ранее в [7, 8, 9] и выше в данной работе факт, что берингоморские водные массы проникают в Чукотское море и Восточно-Сибирское море и, в значительной мере, формируют термохалинный режим этих морей и в целом Арктического бассейна. Причем ЛБВ продвигается в Восточно-Сибирское море по шельфу в подповерхностных горизонтах, а более холодная и плотная ЗБВ занимает и промежуточные горизонты и продвигается в Восточно-Сибирское море как по шельфу, так и вдоль свала глубин, в более северных акваториях обоих морей.

**Выводы.** Подтверждено наблюдениями распределение водных масс в Арктических морях и трансформация атлантической водной массы. В верхнем слое наблюдается поверхностная водная масса Арктического бассейна со значительным разбросом характеристик: температура от  $-1^{\circ}\text{C}$  в северных частях арктических морей до  $+6-7^{\circ}\text{C}$  на западной границе в Баренцевом море, соленость от 12-14‰ вблизи устьев крупных сибирских рек до 32-32.5‰ в открытых частях морей. Наблюдавшиеся в 2014 г. значения температуры воды в верхних слоях в Баренцевом и Карском морях выше средних значений конца прошлого века, что подтверждает факт повышения термического фона (потепления) в Арктике

Качественное сравнение показывает, что по термическим условиям 2014-й год можно отнести к нормальным годам, близким к норме за период последних 20 лет. При этом термические условия и 2014 г. и 2019 г. значительно выше нормы второй половины 20 века. В восточном секторе российской Арктики 2014 год близок к средним, а 2019-й г. относится к аномально теплым, температура в поверхностном слое на шельфе Чукотского моря на  $4-5^{\circ}\text{C}$  выше нормы.

#### Литература

1. Аверкиев А.С. Океанографические исследования во время кругосветного плавания // Записки по гидрографии. –2015.– № 295.– С. 31-58
2. Аверкиев А.С. Трансформация атлантических водных масс в Баренцевом, Карском и море Лаптевых по данным наблюдений в сентябре 2014 года // Международный научно-исследовательский журнал. № 7-2(61). 2017.- С. 37-41.
3. Иванов В.В., Аксенов Е. О. Трансформация атлантической воды в восточной части котловины Нансена по данным наблюдений и моделирования // Проблемы Арктики и Антарктики. –2013.– № 1(95).– С. 72-87
4. Махотин М. С., Иванов В. В. Распространение атлантических водных масс в Баренцевом море по данным наблюдений и численного моделирования // Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра РФ. –2016.– Выпуск 361.– С. 169-191
5. Ожигин В.К., Ившин В.А. Водные массы Баренцева моря / В.К. Ожигин, В.А. Ившин. – Мурманск: Издательство ПИНРО, 1999. – 48 с.
6. Воды Баренцева моря: структура, циркуляция, изменчивость / В.К. Ожигин, В.А. Ившин, А.Г. Трофимов, А.Л. Карсаков, М.Ю. Анциферов; ПИНРО.- Мурманск: ПИНРО, 2016.-260 с.
7. Блошкина Е.В., Махотин М.С., Волков Д.Л., Колдунов Н.В. Сравнение распределения термохалинных характеристик в Северном Ледовитом океане по данным измерений и по результатам расчета региональной конфигурации модели MITGCM // Ученые записки РГГМУ № 43. С. 67-88
8. Доронин Ю.П. Региональная океанология.- Ленинград, Гидрометеиздат, 1986.-304 с.3
9. Хен Г. В., Басюк Е. О., Кивва К. К. Водные массы и рыбные сообщества в северо-западной части Берингова и западной части Чукотского морей летом 2003–2010 гг // Труды ВНИРО. 2018 г. Том 173 С. 137–156.

## Комплексные инженерно-гидрометеорологические изыскания для определения статуса водного объекта

Аксянов Т. М.<sup>1</sup>, Кучеренко О. Е., Шкарбанов Р.И.

<sup>1</sup> – Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия,  
aragon1982@mail.ru

Представлены результаты инженерно-гидрометеорологических изысканий для определения статуса водного объекта, образовавшегося в южной части бывшего Аграханского залива; проведено обследование прилегающих участков реки Терек, мелиоративной сети, ограждающих валов; рассчитан водный баланс водоема, определен статус водоема

Ключевые слова: инженерно-гидрометеорологические изыскания, Аграханский залив, река Терек, статус водного объекта, озеро, водный баланс

Основной целью исследования являлась установка статуса водного объекта, расположенного на территории Бабаюртовского района Республики Дагестан, образовавшегося в южной части Аграханского залива в результате естественно-антропогенных процессов: расчленения залива руслом реки Терек на две обособленные части [1]. Необходимо было установить, является ли данный объект озером, или остается частью морского залива, т.е. имеется свободный водообмен между водоемом и Каспийским морем. Для решения этой задачи в 2015 г. были проведены комплексные инженерно-гидрометеорологические изыскания, которые включали в себя: рекогносцировочное обследование прилегающих к водоему участков реки Терек, мелиоративной сети, ограждающих валов; проведение балансовых измерений расходов воды на водоподводящих и водоотводящих сооружениях, на основе которых был рассчитан водный баланс водоема. Изыскания проводились в период спада половодья на реке Терек.

На момент обследования из литературных источников было известно, что в 1980-х годах для поддержания оптимального уровня водоема вдоль северо-восточного побережья была сооружена насыпная дамба с 4-мя искусственными протоками. В 1992 - 1993 гг. для обеспечения захода рыбы в водоем был сооружен рыбоходный канал – Гаруновский сброс, соединяющий водный объект и Юзбаш-Сулакский коллектор. Питание водоема осуществляется по естественным (Батмаклинский банк) и искусственным протокам реки Терек, а также путем сброса в него дренажно-коллекторных вод. Сток из водоема осуществляется в реку Терек по 1-й протоке в северо-восточной части озера и по Гаруновскому сбросу в Юзбаш-Сулакский коллектор [1].

В ходе рекогносцировочного обследования установлено, что Южный Аграханский водоем с южного, западного и северного побережья обвалован, высота валов колеблется от 0,5 до 5 - 6 м на различных участках (наибольшие высоты отмечены вдоль русла реки Терек).

Выполненная съемка морфометрического створа водооградительной дамбы между рекой Терек и водоемом в районе гидрологического поста (ГП) Дамба показала значительное превышение горизонтов уровней воды в реке Терек над уровнем в Южном Аграханском водоеме.

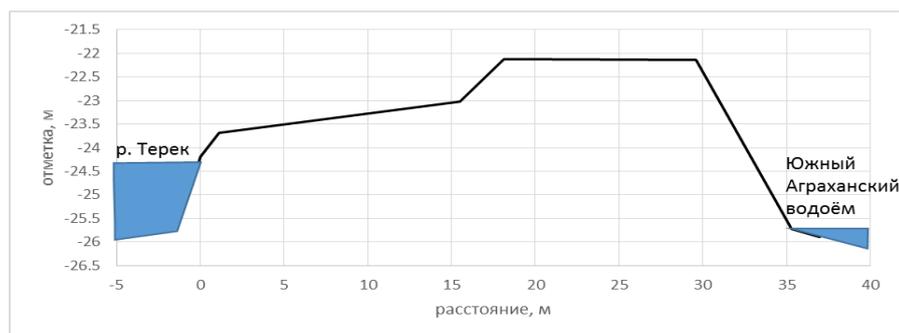


Рисунок 1 – Морфометрический створ

На момент обследования сток воды в водосбросных сооружениях отмечен только в Главном коллекторе им. Дзержинского и Гаруновском сбросе. Русла каналов им. Дзержинского, Тальма и Щучий плотно заросли тростниковой растительностью со стоячей водой. Русло ерика Акташ-Тальма оказалось полностью сухим.

Протоки, по которым ранее происходил водообмен между рекой и водоемом, претерпели существенные изменения. Рукав Батмаклинский банк полностью заилен и осушен, русло на местности трудноопределимо, исток возвышается над уровнем реки на высоту 0,5 м. Кроме того, при строительстве северного водоградительного вала русло банка оказалось полностью перекрыто. Из ранее существовавших 4-х искусственных проток сохранилась только протока 1-я, расположенная в 500 м ниже ГП Дамба, но и она оказалась сильно заиlena, глубина ее не превышала 0,4 - 0,5 м. Сброс воды из Терека в водоем осуществлялся по протоке, образовавшейся в 2012 г. в результате прорыва правого берега реки. Протока располагается в 3,5 км выше по течению

ГП Дамба.

В ходе полевых работ с помощью ADCP профилографа Stream Pro измерены расходы воды в Гаруновском канале, Главном коллекторе им. Дзержинского, в 1-й протоке и в безымянной протоке.

На основе балансовых измерений расходов воды, а также с привлечением данных метеостанции «Чечень, остров» по Рекомендациям по расчету водного баланса крупных озер и водохранилищ [2] был рассчитан водный баланс водоема, который представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Водный баланс Южного Аграханского водоема в период проведения полевых работ

| Составляющие водного баланса |                     |     |                                |                     |     |
|------------------------------|---------------------|-----|--------------------------------|---------------------|-----|
| Приход                       |                     |     | Расход                         |                     |     |
|                              | млн. м <sup>3</sup> | %   |                                | млн. м <sup>3</sup> | %   |
| Осадки                       | 0                   | 0   | Испарение с водной поверхности | 2,80                | 40  |
| Поверхностный приток         | 8,36                | 100 | Поверхностный сток             | 4,16                | 60  |
| Всего                        | 8,36                | 100 |                                | 6,96                | 100 |
| Невязка баланса              |                     |     | 1,40 млн. м <sup>3</sup>       |                     |     |

Расчет водного баланса водоема в период проведения полевых работ показал незначительное превышение приходной части над расходной и значительный вклад испарения с водной поверхности в расходной части баланса.

*Выводы.* В настоящее время Южный Аграхан представляет собой сточное озеро лиманно-лагунного типа, которое образовалось естественно-антропогенным путем, в результате отчленения руслом р. Терек южной части бывшего Аграханского залива Каспийского моря и его обвалования по периметру. Возможность восстановления в ближайшем будущем связи между озером и морем считаем маловероятным в связи с тем, что вероятность превышения, в ближайшие 20 лет, уровнем моря отметки -26,0 м БС оценивается в 1%, а отметки -25,5 м БС – менее 0,1% [3].

#### Литература

1. Алексеевский Н. И., Михайлов В. Н., Сидорчук А. Ю. Формирование современного устьевое участка р. Терека// Каспийское море. Гидрология устьев рек Терека и Сулака. М.: Наука, 1993, с.51-69.

2. Рекомендации по расчету водного баланса

## Оценка трофического статуса Балтийского моря в летний период 2020 г.

Александров С.В.<sup>1</sup>, Муратова А.А.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> – Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО», Калининград, Россия, hydrobio@mail.ru

<sup>2</sup> – Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

Аннотация. Рассмотрено пространственное распределение трофического статуса и качества вод Балтийского моря по концентрации хлорофилла «а» по данным июля 2020 г.

Ключевые слова: хлорофилл «а», трофическое состояние, Балтийское море.

В последние десятилетия в Балтийском море наблюдались заметные структурные изменения в планктоне, обусловленные эвтрофикацией и «цветением» вод, изменением климатических условий. Информация о пространственном распределении хлорофилла «а» (показателя обилия водорослей) служит важнейшим индикатором трофического статуса и качества вод.

В период 7-15 июля 2020 г. выполнено исследование хлорофилла «а» на НИС «Академик Иоффе» на 29 станциях в центральной части Балтийского моря, включая акватории северной части собственно Балтики, Восточно-Готландского бассейна, Гданьского бассейна в пределах ИЭЗ России и Швеции. В зависимости от глубины пробы отбирали на 2-4 горизонтах (под поверхностью, 10 м, над термоклином, над галоклином, придонный) и фильтровали объемом 0,3–0,7 л через мембранные фильтры «МФАС-МА-6» (диаметр пор 0,3 мкм) с последующим определением спектрофотометрическим методом согласно ГОСТ 17.1.04.02-90.

Для Балтийского моря характерен градиент природных условий, определяющих развитие фитопланктона и, как следствие, концентрацию хлорофилла «а». В частности, в июле 2020 г. наблюдалось изменение температуры фотического слоя от 14,0-14,3°C в глубоководной зоне, до 17,2°C в зоне глубин 20-40 м и до 18,3 °C в прибрежной зоне (<20 м). Прозрачность воды снижалась от глубоководных районов северной части собственно Балтики и Восточно-Готландского бассейна (5,25-5,33 м) к зоне глубин 20-40 м (4,30 м) и прибрежной зоне (3,65 м) (рис. 1).

Наибольшие концентрации хлорофилла «а» (1,55-6,63 мкг/л) были в фотическом слое, толщиной 10-16 м. Лимитирование световых условий вело к уменьшению хлорофилла «а» до 2-3 раз над термоклином (на глубине 15-25 м). Наличие устойчивого летнего термоклима препятствует вертикальному перемешиванию вод и фитопланктона, и над галоклином и глубже была минимальная концентрация хлорофилла «а» (0,1-0,3 мкг/л). На рис. 2 представлены типичные профили распределения хлорофилла «а» на разноглубинных станциях (от 20 до 102 м) в пределах калининградской зоны, включая наиболее глубоководную точку Гданьского бассейна.

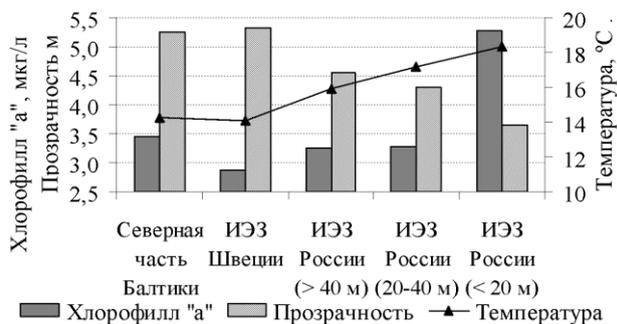


Рисунок 1 – Распределение хлорофилла «а», температуры подповерхностном слое и прозрачности воды в июле 2020 г.

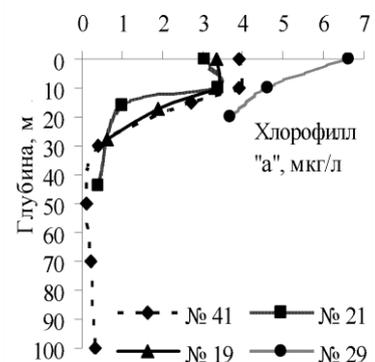


Рисунок 2 – Распределение хлорофилла «а» в столбе воды

В июле 2020 г. на большей части акватории, включая всю ИЭЗ Швеции и ИЭЗ России (кроме прибрежного района с глубинами <20 м) наблюдался сходный уровень обилия

фитопланктона по концентрации хлорофилла «а», составлявший в разных районах 2,87-3,46 мкг/л, соответствующий переходному состоянию от среднего (III класс, 2,2-3,2 мкг/л) к высокому уровню (IV класс, 3,2-5,0 мкг/л) эвтрофирования вод, согласно классификации, принятой в Швеции для летнего периода. Значительное увеличение наблюдалось в прибрежной зоне вдоль северного побережья Калининградской области, где концентрации 4,60-6,63, в среднем 5,28 мкг/л, соответствовали *высокому* и *очень высокому* уровню (IV и V классу, >5 мкг/л) эвтрофирования (рис. 3а). В этих районах качество вод снижалось до *удовлетворительного* уровня (III класс, 4-12 мкг/л), характерного для районов, где периодически наблюдается «цветение» водорослей и наблюдается влияние поступления загрязняющих веществ и другие виды антропогенного воздействия [3]. По классификации трофического статуса вод Балтийского моря [4], в прибрежной зоне наблюдался эвтрофный уровень продуктивности вод. За пределами прибрежной зоны наблюдалось *хорошее* (II класс) качество вод и мезотрофный уровень продуктивности (рис. 3б). Величины в июле 2020 г. соответствовали максимальному летнему уровню продуктивности вод для прибрежной зоны [2] и в целом отмеченная зональность эвтрофирования вод характерна для российского сектора под влиянием гидрохимических и гидрологических условий [1].

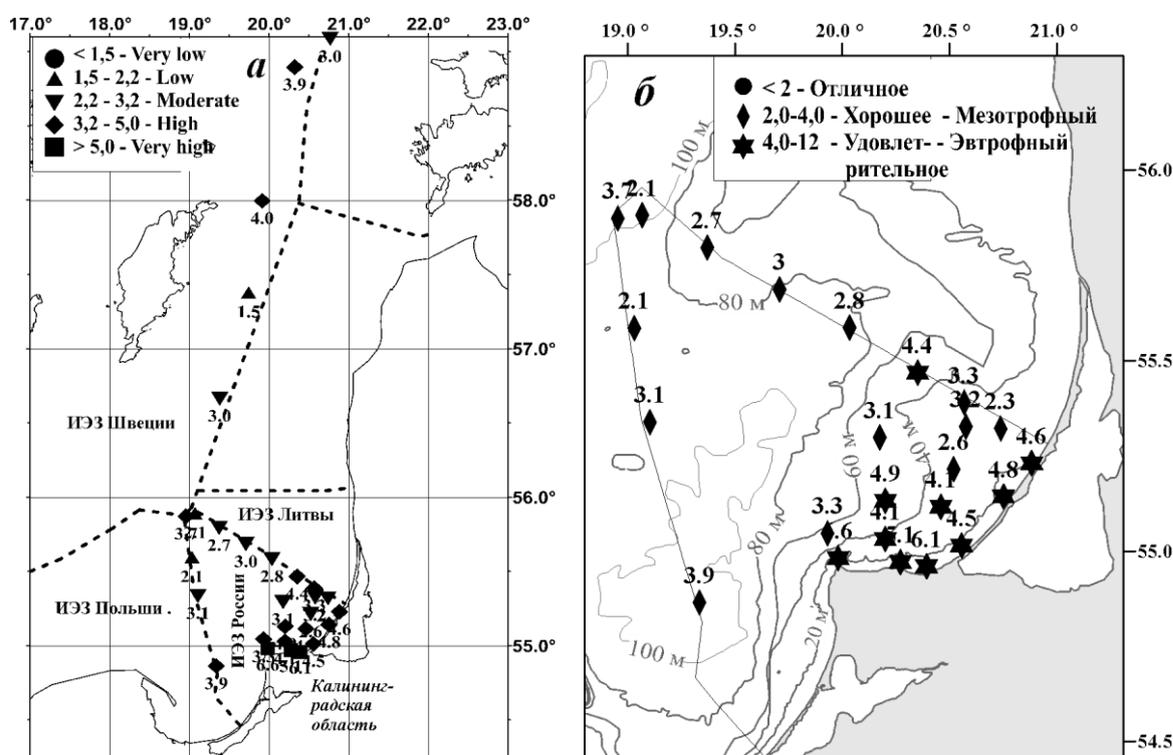


Рисунок 3 – Распределение и оценка содержания хлорофилла «а» (мкг/л) в Балтийском море: класс эвтрофирования всего района (а), качество вод и трофность в зоне России (б)

### Литература

1. Кудрявцева Е.А., Александров С.В. Гидролого-гидрохимические основы первичной продуктивности и районирование российского сектора Гданьского бассейна Балтийского моря // Океанология. 2019. Т. 59. №1. С. 56-71.
2. Кудрявцева Е.А., Александров С.В., Дмитриева О.А. Сезонная изменчивость первичной продукции и состава фитопланктона в береговой зоне российского сектора Гданьского бассейна Балтийского моря // Океанологические исследования. 2018. Т. 46, № 3. С. 99-115.
3. Vuoristo H. Water quality classification of Finnish waters // European Water Management. 1998. № 1 (6). P. 35-41.
4. Wasmund, N. et al. Trophic status of the south-eastern Baltic sea: a comparison of coastal and open areas // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2001. Vol. 53. P. 849-864.

## **Estimation of the trophic period of the status of the Baltic Sea in summer 2020**

**Aleksandrov S.V.<sup>1</sup>, Muratova A.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Atlantic branch of FSBSI "VNIRO", Kaliningrad, Russia, hydrobio@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

Abstract. The spatial distribution of the trophic state and water quality of the Baltic Sea according to chlorophyll "a" data from July 2020 was considered.

Key words: chlorophyll "a", trophic state, Baltic Sea.

## **К вопросам мониторинга нефтяных загрязнений при измерениях углеводородов в Баренцевом море**

**Александрова А.Г.**

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия*

*e-mail: osh.morgeo@mail.ru*

Аннотация. В море нефть находится в различных миграционных формах после утечки. Очаги загрязнения в акватории морей и связанные с этим экологические риски определяются развитием хозяйственной деятельности на акватории и на территории водосборных бассейнов. Данная работа также начиналась в связи с продолжающимся загрязнением морей и океанов нефтью.

Ключевые слова: арктические недра, поступление и распределение загрязняющих веществ, углеводороды, антропогенное воздействие, нефть и нефтепродукты, концентрации УВ.

Роль освоения арктических недр с крупными и уникальными месторождениями продолжает возрастать [1]. Баренцево море относится к одному из наиболее перспективных районов освоения шельфовых ресурсов [2].

К числу наиболее распространенных загрязнителей морской среды относятся нефтепродукты (НП) или нефтяные углеводороды (УВ). Их распространение происходит, главным образом, в поверхностном слое вод. Миграция УВ при поступлении в море предопределяет их изучение не только в водной толще, но и в донных осадках.

Природные условия влияют на поступление и распределение загрязняющих веществ. В этой связи первоочередному учету подлежат природные факторы, и среди них очевидны гидрометеорологические риски. В открытых районах Баренцева моря – разграничивающаяся зона атлантических вод, где ведущим фактором риска являются ветро-волновые условия, и зона баренцевоморских и арктических вод, где в зависимости от сезона преобладают ветро-волновые или ледово-айсберговые опасности.

Очаговое загрязнение арктических окраинных морей и связанные с этим экологические риски формируются эмитентами регионального и локального масштаба. Неравномерность концентрации обусловлена, в большей степени, гидрологическими процессами – течениями и гидрофронтами, а ледовый фактор, ограничивая длительность и интенсивность волнового воздействия на берег, способствует замедлению абразионно-аккумулятивных процессов в 4-7 раз, снижая суммарный литодинамический эффект волнения и скорость развития берега. Изучение состава, распределения и генезиса УВ в донных осадках может служить основой для последующего геоэкологического контроля при разведочных и добычных работах [3].

При этом необходимо учитывать природный углеводородный фон, возникающий вследствие естественной жизнедеятельности фитопланктона и высачивания УВ из осадочной толщи [3, 5]. Наконец, в составе УВ могут присутствовать антропогенные компоненты, попадающие в водную среду (особенно на мелководье) и в донные осадки с нефтью и нефтепродуктами при загрязнении ими акваторий. Изучение состава УВ в Баренцевом море определяет выбор стратегии геолого-разведочных работ и становится актуальной и необходимой задачей для оценки его перспектив.

Надежная идентификация источников происхождения УВ в морских регионах до сих пор остается трудной химико-аналитической задачей, оптимальным вариантом принято считать экстракцию углеводородов сразу после отбора проб. При этом важным моментом для получения репрезентативных результатов является то, что комплекс методических процедур экстракции концентрирования углеводородов из разных сред должен быть строго стандартизирован, а также обеспечивать высокий процент извлечения углеводородов и наименьшие потери при анализе. Для выполнения задач достоверного определения содержания и состава алифатических углеводородов и ПАУ также важно чтобы аналитическая схема экстракции и анализа углеводородных фракций

была бы единой для разных объектов (воды, взвеси, донных осадков), так как природные объекты содержат комплексную смесь углеводородных классов.

В действительности в осадки попадают УВ сильно отличающиеся от исходных, поступающих в морскую среду. Тем не менее, можно наблюдать общую тенденцию трансформации УВ [4]. Предполагается, что высокомолекулярные УВ могут двигаться во флюидных потоках как отдельная фаза по порам осадочных пород и оставлять геохимический след в поверхностных осадках благодаря аккумуляции, особенно в местах газовой разгрузки [3, 5]. Так, флюидные потоки и их трансформация в поверхностном слое рассматривается в качестве основного источника УВ при исследовании донных осадков в районе Штокманской площади [3]. Здесь в осадочной толще на фоне уменьшения содержания  $C_{орг}$  наблюдался рост величин УВ, увеличение концентраций УВ до 85 мкг/г по сравнению с поверхностным 4–19 мкг/г может быть обусловлено снижением интенсивности флюидных потоков. Разгрузки флюидных источников оказывают влияние на распределение и состав УВ в толще донных осадков и в придонных водах. Некоторые аномалии в распределении и в составе УВ на отдельных станциях (арх. Шпицберген и в Медвежинском желобе Баренцева моря) могут формироваться за счет возможного точечного влияния потоков УВ из толщи осадков. Основным контролирующим фактором направления процессов, протекающих в морских донных осадках в ходе их преобразования, является окислительно-восстановительная обстановка и зависит от количества поступающих УВ [4].

Учет влияния на изменчивость в распределении УВ в водах моря природных процессов, в том числе смешения вод разного генезиса и изменения первичной продуктивности, представляется одной из сложнейших задач при осуществлении мониторинга для выделения антропогенной составляющей и актуализации районов, подверженных загрязнению, с целью фокуса охраны морской среды и мониторинга.

На сегодняшний день обнаружение нефтяных пленок, их распространение совпадает с трассами морского судоходства и, в особенности, с маршрутами танкерных перевозок [6].

В основном многообразие источников УВ не позволяет однозначно трактовать обнаруженные в различных морских объектах концентрации и поэтому определение углеводородных фоновых концентраций особенно важно как для пелагических, так и для прибрежных морских вод.

### Литература

1. Арктика на пороге третьего тысячелетия (ресурсный потенциал и проблемы экологии). – СПб: Наука, 2000. 247 с.
2. Каминский В.Д., Супруненко О.И., Смирнов А.Н., Александрова А.Г., др. Современное ресурсное состояние и перспективы освоения минерально-сырьевой базы шельфовой области российской Арктики // Разведка и охрана недр. 2016. № 9. С. 136–142.
3. Немировская И.А. Нефть в океане (загрязнение и природные потоки). М.: Научн. Мир, 2013. 432 с.
4. Немировская И.А. Углеводороды в водах и донных осадках Баренцева моря в период изменчивости ледового покрова // Геохимия. 2020. Т. 65. № 7. С. 679–692.
5. NAS (National Academy of Sciences) Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects. Washington, D.C.: NRC. 2003. 265 p.
6. Кучейко А.Ю., Иванов А.Ю., Евтушенко Н.В., Филимонова Н.А., Терлеева Н.В., Ивонин Д.В., Александрова А.Г. Пленочные загрязнения Баренцева моря по данным радиолокационного мониторинга 2017–2019 гг. Экология и промышленность России, 2020. Т. 24. № 7. С. 48–55.

## **Oil pollution and hydrocarbons monitoring in the Barents Sea**

**A. Aleksandrova**

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

e-mail: osh.morgeo@mail.ru

Abstract.

Environmental risks are determined by the development of economic activities in the water area and on the territory of drainage basins. This work started because of continuous pollution of the seas and oceans with oil. Oil spill is considered to be the most destructive of all the environmental problems for the Barents Sea.

Key words: Arctic subsoil resources, supply and distribution of pollutants, hydrocarbons (HC), anthropogenic impact, oil and oil products, HC concentrations.

## Загрязнение реки Чирчик биогенными веществами

Ахмедова Т.А.<sup>1</sup>, Видинеева Е.М.<sup>1</sup>, Гафуров А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Научно исследовательский гидрометеорологический институт (НИГМИ). г. Ташкент, Узбекистан.

Email: t.akhmedova@rambler.ru

Аннотация. В этой краткой записке представлены результаты исследования ретроспективы и современное состояние качество поверхностных вод среднего течения реки Чирчик. Приведены фактические данные о загрязнении и концентрации веществ чаще всего превышающие предельно допустимые концентрации.

Ключевые слова: концентрация, река, качество воды, тяжелые металлы, соединения азота.

Abstract. Is this work the retrospective and modern conditions of surface water quality in the middle stream of the Chirchik factual date on the population and concentration of the compounds which are exceed required standards and the mtasurrents to present populations are discussed as well.

Key words concentration, river, water quality.

В современных условиях обеспечение населения доброкачественной водой является актуальной, гигиенической, научно-технической и социальной проблемой из-за интенсивного загрязнения источников питьевого водоснабжения, низкого уровня внедрения прогрессивных технологий водоподготовки питьевой воды и нарастающего ухудшения состояния водопроводных сетей. В настоящее время хозяйственная деятельность человека все чаще становится основным источником загрязнения водных объектов.

Бассейн реки Чирчик выбран не случайно: в среднем течении реки Сырдарьи Чирчик и ее притоки испытывают мощнейший антропогенный пресс, поскольку на территории Ташкентской области, где протекают этот водоток, сфокусированы крупные промышленные центры, такие как Ташкент, Чирчик, Янгиюль и другие. Также необходимо отметить, что Ташкентская область - одна из густонаселенных территорий во всей республике. Это определило необходимость изучения и оценки качества вод р.Чирчик и степени воздействия их на прилегающие территории. Река Чирчик – один из крупных притоков реки Сырдарьи. Длина реки 174 км, площадь водосборной поверхности – 14240 км<sup>2</sup>

Бассейн Чирчика располагается к северо-востоку от г. Ташкента и простирается с севера востока на юго-запад. Река Чирчик образуется слиянием рек Чаткал и Пскем, и в настоящее время в этом месте создано Чарвакское водохранилище годичного регулирования стока для энергетических и ирригационных целей объемом 2 млн.м<sup>3</sup>.

Вода р. Чирчик используется для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения городов Газалкент, Чирчик, Ташкент, Янгиюль и нецентрализованного водоснабжения ряда сельских населённых пунктов и орошения земель в Ташкентской области. Это наиболее экономически развитый район Узбекистана, где производится 40% валовой продукции республики. Ведущую роль занимают машиностроение, металлургическая и химическая промышленность, электроэнергетика. Поэтому в р.Чирчик сбрасываются не только промышленные, коллекторно-дренажные, но и бытовые сточные воды, содержащие соединения азота и ионы тяжелых металлов. Необходимость снижения этого антропогенного загрязнения, улучшения качества питьевой воды и условий для других видов водопользования диктует обязательность разработки планов уменьшения этих сбросов и изучении их химического состава.

В Узбекистане каждая пятая проба водопроводной воды не соответствует санитарно-химическим нормам, каждая восьмая - микробиологическим, а 90% питьевой воды в стране не соответствует рекомендуемым санитарным нормам, химическим и микробиологическим стандартам. Эту воду использует 70% городов и населенных пунктов. Больше всего нам портит жизнь хлор, используемый для дезинфекции воды. Хотя вначале он спасает от инфекций, однако

потом его производные начинают медленно убивать нас, так как обладают канцерогенным эффектом, влияют на наследственность.

Нагретые воды вызывают тепловое загрязнение воды. Сбрасываемые в водоемы горячие воды с ТЭС изменяют их гидрологию и могут вызвать гибель одних организмов или создать благоприятные условия для жизни других.

С точки зрения последствий загрязнения водных источников особого внимания требуют бытовые стоки. Природная вода, загрязненная неочищенными стоками коммунального хозяйства, непригодна для водоснабжения населения, так как содержащиеся в ней вещества отрицательно сказываются на здоровье людей и могут служить причиной различного рода инфекционных заболеваний. По подсчетам экспертов, в настоящее время половина населения земного шара не имеет возможности пить достаточно очищенную воду. Причиной серьезных заболеваний в 80% случаев является пользование неочищенной водой. Кроме этого, загрязнение поверхностных и подземных вод вызывает коррозию находящихся в воде бетонных, железобетонных конструкций. Промышленные предприятия загрязняют как воздушный бассейн в результате выбросов токсичных газов, так и водные источники из-за сбросов сточных вод, содержащих органические вещества, биогенные элементы и соли тяжелых металлов.

Антропогенное загрязнение речных вод нивелируется процессами самоочищения водоёмов главным образом за счет седиментации взвешенных частиц. Известно, что в речных водах со средней мутностью  $0,36 \text{ г/дм}^3$  со взвешенными веществами мигрирует более 90% свинца, 30-50% мышьяка и кадмия и около 20% ртути, причем доля металлов во взвеси заметно растет с ростом мутности рек. [ ].

Нами изучались концентрации азотосодержащих веществ и тяжелых металлов, их изменения под влиянием сбросов и процессов разбавления методом баланса веществ на различных гидростворах р. Чирчик, расположенных ниже основных источников загрязнения.

Основными загрязнениями внутренних водоемов в настоящее время являются нефть и нефтепродукты, синтетические поверхностные активные вещества (СПАВ), фенолы, сложные химические соединения, пестициды, тяжелые металлы.

Масштабы, которые в настоящее время принимает нефтяное загрязнение поверхностных вод, настолько велики, что необходимы серьезные и действенные меры по его сокращению.

Все более широкое распространение в народном хозяйстве находят моющие синтетические вещества. Они оказывают губительное влияние на жизнь водоемов и затрудняют работу очистных сооружений, угнетающе действуя на биохимические процессы в них.

Применение пестицидов также создает угрозу чистоте водоемов. Попадая в водоемы, пестициды долго не поддаются биологическому распаду, накапливаются в планктоне, рыбе, а затем по биологической цепочке переходят в организм человека.

В связи с непрерывным развитием промышленности охрана водоемов усложняется, так как возникают особые виды загрязнений.

Вещества, загрязняющие воду водоёмов очень разнообразны и по своим физическим и химическим свойствам относятся к токсичным металлам (ртуть, свинец, ванадий, висмут, вольфрам, сурьма, марганец, кобальт, кадмий, хлор, йод и др.), органическими веществами (фенол, формальдегид, ацетон-бензин, керосин), к минеральным удобрениям (аммиак, нитрофос, диаммоний, сульфаты и др.)

К естественным природным веществам, растворенным в воде, добавляются специфические загрязняющие вещества, синтезируемые человеком в процессе его хозяйственной деятельности.

Нами изучалось содержание в воде следующих соединений азота, относящихся к биогенным веществам.

– *азота аммонийного* - показателя санитарного состояния водных объектов. Аммонийные ионы под действием бактерий - нитрификаторов окисляются до нитритов;

– *нитритов* их повышенное содержание указывает на усиление процессов разложения органических веществ и загрязнения водного объекта;

– *нитратов* - наиболее устойчивых из соединений азота. Главным потребителем нитратов являются водные растения.

Термин "*тяжелый металл*" относится к любому металлическому химическому элементу, который имеет относительно высокую плотность и токсичен или ядовит при низких концентрациях. Тяжелые металлы опасны, потому что они имеют тенденцию к биоаккумуляции. Соединения тяжелых металлов накапливаются в живых существах, причем, накапливаются быстрее, чем разрушаются.

Тяжелые металлы и их соли - широко распространенные промышленные и природные загрязнители. В водоемы они поступают из естественных источников, со сточными водами промышленных предприятий и с атмосферными осадками, загрязненными дымовыми выбросами. Тяжелые металлы постоянно встречаются в водоемах и в гидробионтах.

Для исследования качества воды р. Чирчик установлены и использованы данные по 6 основным гидростворам на реке от её верхнего течения до устья. Кроме того, нами отбирались пробы воды для химанализа ниже наиболее значимых сбросов сточных вод.

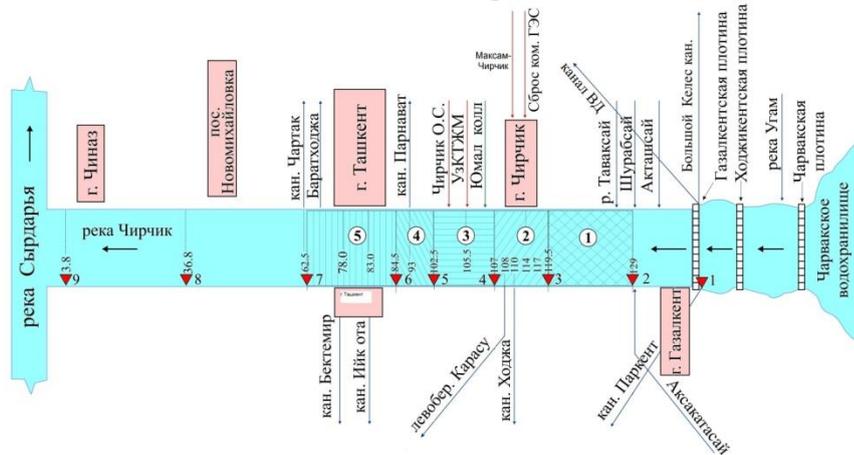


Рисунок 1– Линейная схема реки Чирчик

Анализ пространственного (по длине реки) распределения загрязняющих веществ представляет наибольший интерес, поскольку позволяет выявить наиболее загрязненные участки, источники загрязнений и в дальнейшем предложить мероприятия по защите от загрязнения или очистке.

В результате проведенного нами ретроспективного анализа изменения средних за 1990-2019 гг, концентраций ионов нитритного и аммонийного азота, меди выявлено увеличение их по длине реки, особенно существенное для аммония, а вот загрязнение воды Чирчика ионами меди возрастают не столь резко, что говорит о поступлении их в воду уже в верхнем течении реки.

Высокое содержание этих загрязняющих веществ в створе, в котором казалось бы они не должны обнаруживаться или по крайней мере не должно обнаруживаться их высоких концентраций, может свидетельствовать либо о естественном (природном) загрязнении, либо о не специфицированном источнике поступления ионов меди в поверхностные воды. Это могут быть как заброшенные выработки, так и хвостохранилища старых обогатительных предприятий.

Что же касается резкого увеличения концентраций ионов меди в Троицком створе, то это увеличение, по всей видимости, связано с сбросами промышленных сточных вод на этом участке, либо со старыми накопителями сточных вод содержащих высокие концентрации ионов меди на промышленных площадках города Чирчика и возможными их протечками, в том числе фильтрационными потерями. Если принять во внимание возраст накопителей, геологию основания и тесную связь поверхностного и подземного потоков реки Чирчик, то появление повышенных концентраций ионов меди в Троицком створе не выглядит неожиданным.

Постоянное увеличение концентраций от верхних створов к нижним, начиная от Газалкента в направлении к городу Ташкент, и некоторое снижение к устью, со всей определенностью

свидетельствует о постоянном нарастании объемов поступления в поверхностные воды загрязнений содержащих нитритные формы азотосодержащих веществ

Принимая во внимание что основным источником таких загрязнений в условиях бассейна реки Чирчик являются сточные воды содержащие фекальные загрязнения, можно говорить о неудовлетворительной защите поверхностных вод от поступления в них неочищенных или плохо очищенных стоков коммунального хозяйства.

## Оценка прозрачности воды Ладожского озера по спутниковым снимкам

Баранова А.Р.<sup>1</sup>, Решин Н.А.<sup>1</sup>, Тимофеева Л.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
Санкт-Петербург, Россия, barashr@mail.ru

Работа по оценке прозрачности воды Ладожского озера была проведена по снимкам двух спутников: Landsat 8 и Sentinel-2. Данные спутники, а именно изъятая информация по каналам, позволили разработать методику определения прозрачности на всей акватории Ладоги дистанционно.

Ключевые слова: прозрачность, диск Секки, спутниковые снимки, ArcGis.

### Введение

Ладожское озеро – крупнейшее пресноводное озеро Европы, безальтернативный источник водоснабжения Санкт-Петербурга. В связи с важностью водных ресурсов озера осуществляется мониторинг показателей их качества: химический состав, температура воды, мутность, содержание хлорофилла «а», прозрачность и др.

Прозрачность – основная оптическая характеристика воды озер и водохранилищ. Определение прозрачности воды является обязательным компонентом программ наблюдений за состоянием водных объектов. Все озерные станции и посты в РФ ведут наблюдения за относительной прозрачностью с помощью белого диска Секки. Однако инструментальный мониторинг не позволяет получить представление о мгновенном состоянии всей акватории Ладоги. Кроме того, такой мониторинг – экономически затратный процесс. Преодолеть эти недостатки можно, используя спутниковые данные. Наиболее актуальными являются мультиспектральные снимки. Оценив отношение яркостей нескольких спектральных диапазонов, с помощью специального программного обеспечения можно восстановить значения параметров воды.

### Материалы и методы

В исследовании использованы мультиспектральные снимки спутника Landsat-8 (OLI) и Sentinel-2. Выбранные спутники обладают подходящим набором и оптимальным разрешением каналов и частотой съемки, кроме того, их снимки находятся в свободном доступе.

Для оценки прозрачности по спутниковым снимкам помимо данных дистанционного зондирования требуются данные натурных наблюдений на озере. Данные для работы были предоставлены лично М.А. Науменко, доктором географических наук, профессором, заведующим лабораторией гидрологии ИНОЗ РАН. В ходе экспедиций на Ладожском озере в точках по всему озеру, либо в какой-либо его части ведутся гидрохимические, гидробиологические и гидрологические измерения. Для исследования нужны: номера и координаты точек мониторинга на озере, глубина в точке (м), прозрачность по диску Секки (м), дата съемки. Было принято решение вести исследования за 2017 и 2019 года, так как за эти года информация была наиболее полной.

Из базы данных USGS были отобраны сцены с минимальной облачностью. Затем в ArcGIS скомпонованы сцены, охватывающие всю акваторию озера, на дату, наиболее близкую к периоду экспедиции Института озероведения РАН. После обработки снимков в программе ArcGis были получены таблицы с данными по трем каналам в каждой из точек экспедиций за 2017 и 2019 гг. по двум спутникам.

Первым этапом работы с полученными данными был подбор комбинации каналов, при котором коэффициент множественной корреляции будет наибольшим и будет стремиться к 0,7. Далее, выбрав подходящие комбинации каналов, с помощью программы Excel были подобраны коэффициенты и составлены формулы для восстановления значений прозрачности. Эти формулы и погрешности восстановления представлены в табл. 1. Для увеличения диапазона

обрабатываемых значений был использован натуральный логарифм прозрачности по диску Секки ( $\ln DC$ ).

Таблица 1. Формулы для восстановления прозрачности по спутникам Landsat 8 и Sentinel-2.

| Спутник    | Формула   | Погрешность относительная, % |      |      | Погрешность абсолютная, м |
|------------|---|------------------------------|------|------|---------------------------|
|            |   | средняя                      | макс | мин  | средняя                   |
| Landsat 8  | $\ln T = (-1,7 + (-0,00256 * (4k)) + (0,0026 * (3k)))$                          | 12,59                        | 70,9 | 0,01 | 0,31                      |
| Sentinel-2 | $\ln T = (-24,17 + (15,97 * (3k/4k)) + (16,55 * (2k/3k)) + (-10,49 * (2k/4k)))$ | 10,6                         | 70,8 | 0,02 | 0,27                      |

На рисунке 1 представлена гистограмма, отображающая натурные и восстановленные значения прозрачности Ладожского озера в отдельных точках по двум спутникам. Гистограмма построена по данным, полученным на станциях, расположенных на различных глубинах.

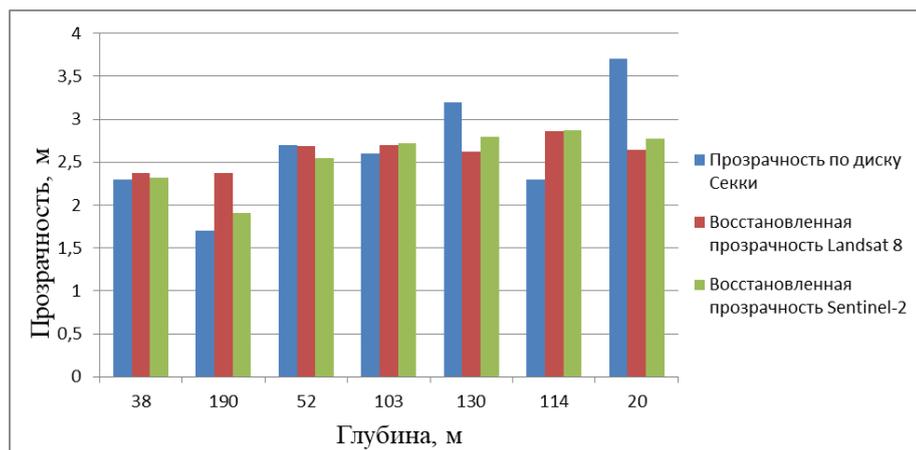


Рисунок 1 – Натурные и восстановленные значения прозрачности.

### Обсуждение результатов

В результате проделанной работы можно сказать, что в целом восстановленные по формулам (табл.1) значения прозрачности совпадают с измеренными. После восстановления значений, важно было оценить относительные ошибки полученных результатов. Полученные значения говорят о том, что ошибки по спутнику Landsat 8 чуть выше (табл.1).

Результаты исследования можно считать вполне удовлетворительными. Планируется разработать более универсальные алгоритмы восстановления значений прозрачности. Применение спутниковых снимков позволит расширить базу данных мониторинга Ладожского озера, что необходимо для лучшего понимания и моделирования его экосистемы.

## **Assessment of the water transparency of lake Ladoga from satellite images**

**A.R. Baranova<sup>1</sup>, N.A. Reshin<sup>1</sup>, L.A. Timofeeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg

The work on assessing the water transparency of lake Ladoga was carried out using images from two satellites: Landsat 8 and Sentinel-2. These satellites, namely the withdrawn information on channels, allowed us to develop a method for determining transparency in the entire water area of Ladoga remotely.

Keywords: transparency, Secchi disk, satellite images, ArcGis.

## О методах и методиках прогноза стока горных и полугорных рек

**Батмазова А.А.<sup>1</sup>, Хаустов В.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, *batmazovaa@mail.ru*

<sup>2</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Рассмотрены информационных источников, содержащих сведения о методах и методиках прогноза стока горных и полугорных рек.

Abstract. The information sources containing information about methods and techniques for forecasting the runoff of mountain and semi-mountain rivers are considered.

Ключевые слова: горные реки, гидрологические прогнозы.

Key words: mountain rivers, hydrological forecasts.

Водные ресурсы являются основой энергетики горных районов России и стран, территории которых расположены в горной местности. От надежности методов и методик прогнозов зависит точность и качество определения параметров речного стока, а, следовательно, и характеристики паводков.

В практике оперативных прогнозов стока горных рек применяются методы, опирающиеся либо на концептуальные модели формирования стока, либо на физико-статистические зависимости характеристик паводочного стока от метеорологических и гидрологических факторов.

Одна из методик, основанная на водно-балансовой модели Л. Турка, представлена в работе С.И. Снежко, А.Г. Ободовского и П.С. Лопух «Долгосрочный прогноз стока горных и равнинных рек для оценки их гидроэнергетического потенциала».

Данная водно-балансовая модель ориентирована на использование среднегодовых данных и представляет собой четкое соотношение между осадками, температурой и стоком. Несмотря на то, что модель Л. Турка разработана для определённого гидроклиматического региона, её использование, при проведении калибровочно-валидационных операций, возможно, будет приемлемо и для других районов. Данные смоделированного ряда, полученного при поверочном прогнозе, имеют относительную погрешность, не превышающую 10%, из чего можно сделать вывод, что прогноз на базе модели Турка оправдался.

В работе А. В. Христофорова, Н. М. Юмина и П. А. Белякова «Прогноз паводкового стока рек Черноморского побережья Кавказа с заблаговременностью одни сутки» рассматривалась задача разработки системы краткосрочного прогнозирования расходов и уровней воды на основе модели формирования талого и дождевого стока.

В качестве предикторов использованы данные за сутки до составления прогноза и за предшествующий день о максимальных расходах воды, слое осадков на метеостанции, а также средняя приземная температура воздуха на метеостанции и прогноз среднесуточной приземной температуры воздуха. В результате получилась сложная структура распределения погрешностей. В наиболее опасный с точки зрения формирования катастрофических паводков период  $\sigma_{пр}/\sigma_{\Delta} = 0.6 \div 0.8$ , что соответствует удовлетворительному качеству прогноза.

В результате можно сделать вывод, что обе модели пригодны для прогноза стока горных и полугорных рек. Модель Л. Турка применима для апробации сверхдолгосрочного прогнозирования; прогноз по физико-статистической модели можно использовать при оперативном прогнозировании.

Рассмотренные прогностические методики используются для выпуска прогноза в Гидрометцентре, некоторые используются в качестве уточняющих зависимостей. В целом по всем уравнения показатели эффективности соответствуют удовлетворительному качеству прогноза.

Исследование частично финансировалось Министерством науки и высшего образования РФ, № FSZU-2020-0009.

### Литература

1. С.И. Снежко, А.Г. Ободовский и П.С. Лопух - «Долгосрочный прогноз стока горных и равнинных рек для оценки их гидроэнергетического потенциала» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net> (Дата обращения 08.08.2020).
2. А. В. Христофоров, Н. М. Юмин, П. А. Беляков «Прогноз паводкового стока рек Черноморского побережья Кавказа с заблаговременностью одни сутки» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) (Дата обращения 08.08.2020).

## Доступ к гидрологическим данным как необходимый элемент исследований: проблемы и пути решения

Белякова П.А.<sup>1</sup>, Каспрова Ю.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *Институт водных проблем РАН, Москва, Россия, robel@mail.ru*

<sup>2</sup> – *МГИМО МИД России (Одинцовский филиал), Одинцово, Россия*

Аннотация. Рассматриваются основные препятствия для доступа к гидрологической информации. Обсуждаются правовые предпосылки к открытости и доступности информации. Предлагается создание открытого массива гидрологических характеристик.

Ключевые слова: доступ к информации, гидрометеорологическая информация, гидрологические данные, передача данных.

Гидрологическим исследованиям в силу характера самой науки гидрологии необходимы данные систематических наблюдений для понимания поведения гидрологических систем [1]. На основе полученных знаний разрабатываются модели, руководства и даются рекомендации для управляющих водным хозяйством и политиков. Поэтому проблема бесплатной и неограниченной передачи (обмена) данных от тех, кто собирает или производит данные, к сообществу пользователей всегда была центральной в гидрологии [1]. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) в Резолюции 40 следующим образом характеризует «бесплатную и неограниченную передачу» данных: чтобы она не была дискриминационной, а ее стоимость не превышала стоимости воспроизведения и доставки, без взимания платы за сами данные и информационные продукты. Обмен гидрологическими данными регулируется также Резолюциями ВМО 25 и 60.

В российской гидрологии широко известно несоответствие между спросом на гидрологическую информацию и возможностями ее формирования и предоставления, а также между декларируемым правом на информацию о состоянии окружающей среды (ст. 42 Конституции РФ) и реальной доступностью данных. Этот дисбаланс отмечен и в Стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях до 2030 года, утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 03.09.2010 № 1458-р: «анализ деятельности гидрометеорологической службы показал несоответствие между возрастающим спросом общества и развивающейся экономики на гидрометеорологическую и другую информацию о состоянии окружающей среды, с одной стороны, и серьезным отставанием развития технической, технологической и кадровой базы гидрометеорологического обеспечения от современного уровня, с другой стороны, что является системной проблемой».

Наиболее близкая категория данных, подразумевающая бесплатный и неограниченный доступ, – **информация общего назначения** (ст. 1 ФЗ «О гидрометеорологической службе» - далее ФЗ-113). К гидрологической информации общего назначения наряду с некоторыми видами прогнозов относятся материалы для включения в Государственный водный кадастр (ГВК) (ПП РФ «Об информационных услугах в области гидрометеорологии...» от 15.11.1997 № 1425). В действительности доступ к материалам ГВК для широкой группы пользователей осложнился с развалом Советского Союза. Так, к примеру, последние гидрологические ежегодники (одно из изданий ГВК), которые рассылались в заинтересованные ведомства, содержали сведения за 1988 г. Более поздние гидрологические ежегодники остаются внутри гидрометслужбы, а на ее информационных ресурсах отсутствует возможность доступа к цифровым версиям ежегодников.

С 2014 г. введена в действие Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО, <https://gmvo.skniivh.ru/>), где авторизованным пользователям стали доступны данные мониторинга с 2008 г. Это стало возможным благодаря передаче функций с 2007 г. по ведению Государственного водного реестра (преемник ГВК) Федеральному агентству водных ресурсов, которому в свою очередь Росгидромет обязан передавать материалы наблюдений. Однако остается проблема отсутствия термина ГВК в

современном федеральном законодательстве [2]. Также возникает вопрос идентичности сведений, находящихся в АИС ГМВО, и в гидрологических ежегодниках после 2008 г.

Таким образом, доступ к гидрологической информации общего назначения осложнен из-за несоответствующего формата доступных данных до 2008 г. (неоцифрованные ежегодники и другие издания) либо платности этих сведений. Возникла забавная ситуация, когда цифровые ряды гидрологических характеристик, в частности ежедневных расходов воды, проще получить для некоммерческих целей в GRDC (Global Runoff Data Centre, Кобленц, Германия) [3].

Кроме гидрометеорологической информации общего назначения согласно ст. 1 ФЗ «О гидрометеорологической службе» есть категории «экстренной» и «специализированной» информации. Последняя предоставляется потребителю по его заказу и за счет его средств. Другими словами, подразумевается, что без заказа от потребителя такая информация не была бы получена. На предоставление специализированной информации существуют Прейскуранты, которые устанавливаются УГМС в соответствии с ценовой политикой Росгидромета. Цены в прейскурантах предполагают учет затрат на получение первичной информации, косвенных затрат и т.д. На практике потребителю при запросе данных, не входящих в категорию информации общего назначения, например, данных измерений АГК, предлагается за них заплатить в соответствии с прейскурантом. Хотя данная информация уже получена в рамках основной деятельности подразделений гидрометслужбы. Стоимость же запрашиваемых данных крайне завышена.

Одновременно согласно статье 14.1 ФЗ «О гидрометеорологической службе» информация о состоянии окружающей среды, ее загрязнении и информационная продукция являются *открытыми* и *общедоступными*, за исключением информации, отнесенной законодательством РФ к категории ограниченного доступа. Под *открытыми* данными понимается информация, размещаемая ее обладателями в сети «Интернет» в формате, допускающем автоматизированную обработку без предварительных изменений человеком в целях повторного ее использования (ст. 7.4 ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»). Можно отметить несоответствие между положениями ст. 14.1 и правоприменительной практикой (в части формата данных и ее стоимости).

Таким образом, мы рассмотрели некоторые практические (бумажный формат данных) и экономические (стоимость получения данных) препятствия для доступа к гидрологической информации. При этом в законодательстве наоборот предусматривается открытость и общедоступность такой информации *в общем случае*. Основными причинами существования этих препятствий можно назвать следующие: экономические, конфликт интересов и обеспокоенность неправильным использованием информации [1]. Экономические причины обусловлены необходимостью производителей данных (гидрометслужбы) покрывать издержки путем продажи данных из-за недостаточного финансирования собственной деятельности со стороны государства. Конфликт интересов может быть вызван тем, что производители данных продают собственную продукцию на основе данных. Обеспокоенность неправильным использованием обычно подразумевает перепродажу данных потребителями. Еще одна важная причина – низкий уровень общественного признания и непонимание внутри гидрометслужбы собственной роли и возможностей, что способствует развитию и принятию идеи информационной монополии [3].

Наличие этих препятствий для доступа к гидрологическим данным тормозят научные исследования и практические разработки как внутри гидрометслужбы, так и в академических и высших образовательных учреждениях. Особенно актуальны гидрологические исследования на основе современной и доступной информации в контексте изменения климата и соответственно перестройки водного режима рек во многих регионах страны [4]. Отрасли водного хозяйства и другие заинтересованные структуры также испытывают затруднения с получением гидрологической информации, что сказывается на качестве их продукции.

Для начала решения указанных проблем можно предложить публикацию в открытом доступе проверенных, оцифрованных данных по опорным гидрологическим постам по аналогии с массивом метеорологических данных, доступных на сайте ВНИИГМИ-МЦД <http://meteo.ru/data>.

При большей открытости данных существенно бы повысился уровень доверия к

гидрометслужбе со стороны общества и государства. В качестве мотивирующей меры к открытию данных могло бы стать включение в систему оценки деятельности гидрометслужбы критерий распространения данных, что также должно сопровождаться увеличением финансирования. Желательно, чтобы передача гидрологической информации была встроена в цикл с наличием обратной связи, что дало бы преимущества как для производителя, так и для пользователей данных.

#### Литература

1. Viglione A., Borga M., Balabanis P., Blöschl G. 2010. Barriers to the exchange of hydrometeorological data in Europe: Results from a survey and implications for data policy. *Journal of Hydrology*. No. 394, pp. 63–77. doi:10.1016/j.jhydrol.2010.03.023
2. Бударagina Л.В., Тищенко С.В. Становление и развитие государственного водного реестра в России // Вестник ВГУ. Серия: Право, 2016, № 4. с.208–213.
3. Grabs W.E. 1997. Information transfer in hydrology: experiences of the Global Runoff Data Centre. In: FRIEND '97 — Regional Hydrology: Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management (Proceedings of the Postojna, Slovenia, Conference, September–October 1997). IAHS Publ. No. 246, pp. 13–19.
4. Kireeva M., Frolova N., Rets E., Samsonov T., Entin A., Kharlamov M., Telegina E., Povalishnikova E. 2019. Evaluating climate and water regime transformation in the European Part of Russia using observation and reanalysis data for the 1945-2015 period. *Int J River Basin Management*. doi:10.1080/15715124.2019.1695258

### Access to hydrological data as a necessary element of research: problems and solutions

**Belyakova P.A.<sup>1</sup>, Kasprova Yu.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, pobel@mail.ru*

<sup>2</sup> – *MGIMO University, Odintsovo, Russia*

Abstract. Practical and economic barriers to access to hydrological information are considered. Legal prerequisites to open and available information and some law enforcement practices are discussed. It is proposed to create an open array of hydrological characteristics by analogy with meteorological ones.

Key words: access to information, hydrometeorological information, hydrological data, information transfer

## **Оценка (бывшего и современного) состояния мониторинга Росгидромета, роль гидрометслужбы Каспийской флотилии, филиалов институтов РАН и отделений РГО в обеспечении безопасности мореплавания и деятельности морских отраслей на Каспийском море**

**Бухарицин П.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Институт океанологии- РАН им. П.П. Ширшова, в.н.с. Института водных проблем РАН*

Первые метеорологические наблюдения в Астрахани начались в сентябре 1745г., но если до 1836 г. они велись без особой системы, отдельными лицами и с большими перерывами, то в дальнейшем эти наблюдения осуществлялись уже на регулярной основе. 1 июля 1888г. при астраханском реальном училище начала работу первая в астраханском крае метеорологическая станция 2-го разряда

Станция находилась в подчинении Главной физической обсерватории (с 1924г. - Главная геофизическая обсерватория). Наблюдения производились три раза в день, и вся информация по телеграфу передавалась в С-Петербург, в обсерваторию, где использовалась для составления ежедневных синоптических карт.

С 1906г. на территории современной Астраханской области начала создаваться метеорологическая сеть пескоградительных систем, в которую вошел ряд метеорологических станций и дождемерных пунктов.

Одним из важных мероприятий Советского правительства в первые годы Советской власти в области науки был декрет СНК, подписанный В.И. Лениным от 21 июня 1921г. «Об организации метеорологической службы РСФСР». Этот декрет послужил толчком к созданию метеорологической службы в Астраханском крае. Регулярные метеорологические наблюдения в Астрахани возобновились с 1 января 1922г. Вновь созданная метеорологическая станция некоторое время находилась в здании Астраханского государственного университета, а затем была переведена за город, в здание бывшего покровского монастыря. С июня 1925г. началось восстановление метеорологической сети края. Восстановленные метеостанции стали работать по программе, согласованной со службой погоды наблюдательной сети Главной геофизической обсерватории. В 1934г. создается Астраханское отделение гидрометслужбы Северо-Каспийского бюро погоды (СКБП), главной задачей которого стало гидрометеорологическое обеспечение морского рыбного промысла. С этого времени в Астрахани регулярно составляются краткосрочные прогнозы погоды. В 1936г. в Астрахани организуется бюро погоды, а в 1946г. – гидрометеорологическое бюро, здесь в 1950г. создается группа долгосрочных прогнозов погоды.

Учитывая важное народнохозяйственное значение устьевой области, проектирование строительства гидроэлектростанций и каскада водохранилищ на Волге и катастрофическое падение уровня Каспийского моря, Главное управление гидрометслужбы при СНК СССР в марте 1941г. приняло решение об организации в Астрахани первой в нашей стране (и в мире) Волжской устьевой гидрометеорологической станции (ВУС) первого разряда. Начальником ВУС был назначен Ф.З. Батталов (рис. 1).

Силами Волжской описной партии в ноябре 1886 года был организован Астраханский водомерный пост на реке Волге – в месте отделения от неё протока Кутум (рис. 2). Этот пост функционировал более 100 лет, и лишь в начале двухтысячных был перенесён, и установлен на устье автодорожного моста через Волгу.

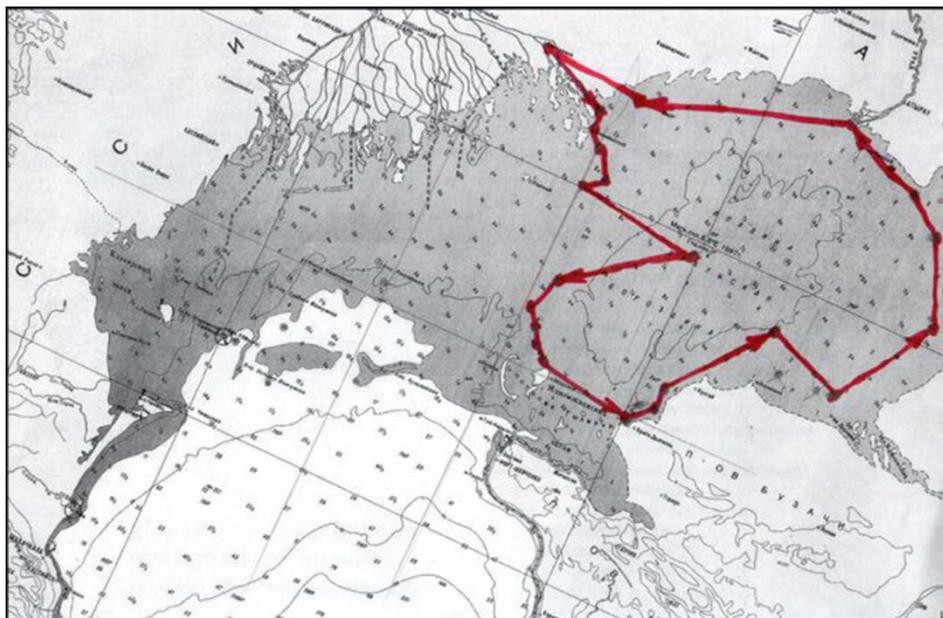


Рисунок 1 – Вот так, на лошадях, рискуя жизнью, уходила экспедиция Н.Н. Горского в неизвестность. 7 февраля 1934 г. Экспедиция уходит во льды древнего Хазара.

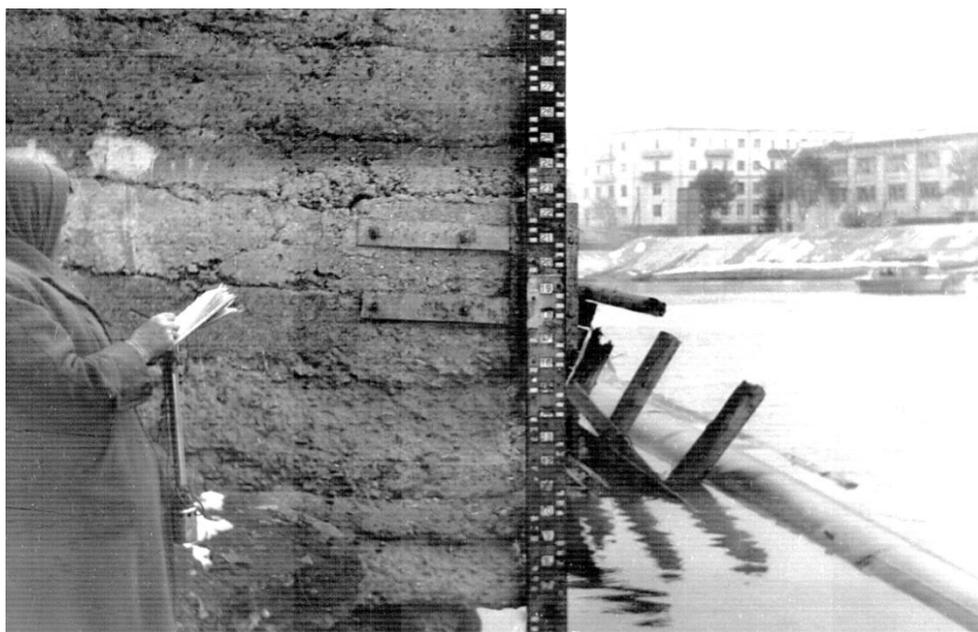


Рисунок 2 – На фото - старейший сотрудник гидрометеорологической службы СССР, наблюдатель Астраханского водомерного поста Ольга Ивановна Крайнова.

Часто в экспедиции зимой отправлялись на самодельном буере. Подобный тип транспортного средства представлял собой дешёвый, весьма удобный и безопасный вид транспорта для производства зимних работ в низовьях Волги и Северном Каспии.

Первые полеты с целью выполнения ледовой разведки на Каспийском море эпизодически совершались с конца 20-х годов. В Астрахань самолеты прилетали поздней осенью с подмосковного аэродрома и, описав над городом круг, садились в степи за железнодорожным вокзалом (ныне район улицы Яблочкова).

В августе 1933 года Волго-Каспийский Госрыбтрест «Севкаспрыба» приобрел свой первый самолет Ш-2. Его пилотом был Н.А. Янишевский. Экипаж этого самолета и стал впоследствии ядром будущего Астраханского объединенного авиаотряда.

К концу 30-х гг. вся гидрометеорологическая служба нашей страны полностью перешла от отдельных консультаций к планомерным аэровизуальным наблюдениям за состоянием ледяного покрова морей, крупных рек и озер.

Бортнаблюдатели, из числа океанологов и гидрологов, проходили обучение в Ростовском учебно-тренировочном летном отряде и на курсах ледовых разведчиков в ААНИИ (рис. 3).



Рисунок 3 – На фотографии – очередной выпуск ледовых разведчиков 1988 г.

В 60-е годы XX в. по проекту директора Астраханской гидрометобсерватории Е.М. Копайгородского для обеспечения гидрологических работ (в частности, наблюдения за волнением) на Северном Каспии была спроектирована и построена СПБУ (рис. 4). В Баку было построено 5 или 6 таких платформ, которые многие годы использовались на Каспии и Черном море в качестве стационарных океанологических платформ.

Для работ в навигационный (безледный) период использовались морские и речные суда, катера, в зимний период вертолеты.

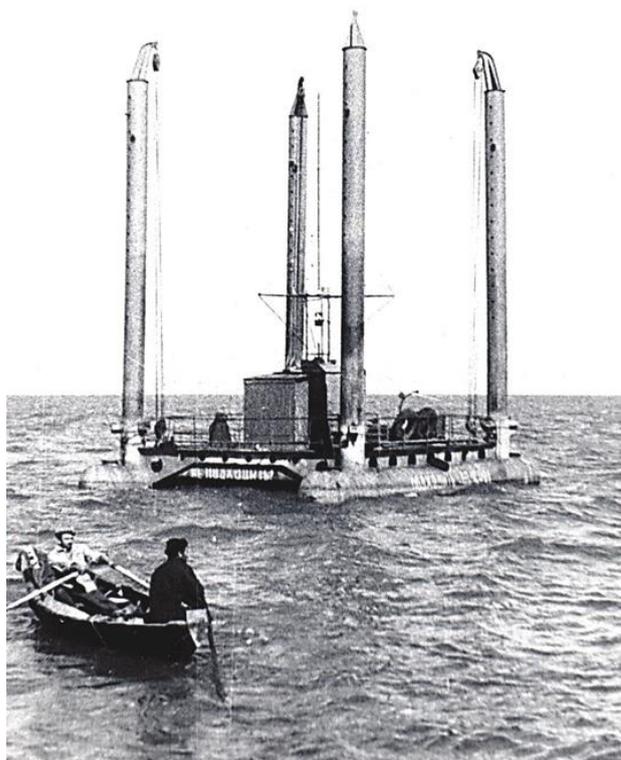


Рисунок 4 – СПБУ конструкции Е.М. Копайгородского на Северном Каспии.  
Фото из архива АЗГМО.

В эти годы сотрудники Астраханской гидрометобсерватории активно участвовали в работах по подготовке к гидрометеорологическому обеспечению перехода речного и морского флота в низовье Волги и Каспийском море на круглогодичную навигацию.



Рисунок 5 – Экспериментальный рейс ледокола «Капитан Крутов» на Нижней Волге по маршруту Астрахань – Волгоград. Февраль 1979 г.

В 1975г. в АЗГМО был развернут первый в СССР автономный пункт приема спутниковой информации (АППИ), и в оперативной работе синоптиков и океанологов стала широко внедряться спутниковая информация (рис.6).



Рисунок 6 – Идет прием информации с метеорологического спутника Метеор-2.

В последующие годы АЗГМО, совместно с Государственным океанографическим институтом (ГОИН) и Азербайджанским УГКС участвует в подготовке к изданию фундаментальных научных трудов, таких как:

Справочное пособие «Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Том 2. Каспийское море», 1986г.;

Проект «Моря» - «Гидрометеорология и гидрохимия морей». Том 4. Каспийское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия», 1992г.;

Проект «Моря» - «Гидрометеорология и гидрохимия морей». Том 4. Каспийское море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности», 1996г. и др.

В эти годы еще не существовало Государственного Комитета по охране окружающей среды. Все функции наблюдения и контроля были сосредоточены в одном ведомстве – Госкомгидромете. Именно Астраханской гидрометеорологической службе, одной из первых, пришлось столкнуться со страшными последствиями современных природных и техногенных аварий и катастроф: подземными ядерными взрывами на территории Астраханской области; последствиями катастрофического падения, а затем такого же катастрофического, по своим последствиям, подъема уровня Каспийского моря; драматическими событиями, связанными с «проектом века» - переброской стока северных рек в бассейны Каспийского и Аральского морей; строительством канала Волга-Чограй; трагедией залива Кара-Богаз-Гол; Чернобыльской аварией; аварией на нефтепромысле Тенгиз; трагическим по своим экологическим последствиям пуском первой очереди АГПЗ... Последствия этих и других событий могли бы быть не предсказуемыми и более страшными, если бы не несла свою не столь заметную, но очень важную и ответственную службу Государственная гидрометеорологическая служба России.

В 1988 г. АЗГМО был присвоен новый статус - Астраханский центр гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды (АЦГМС).

В 1994 г. состоялась Первая Международная российско-французская экспедиция на Каспийском море по проекту ДИТЕК Эволюция Каспийского моря на протяжении последнего климатического цикла (седиментация, геохимия, палеогидрология, палеоклимат). В ней приняли участие ученые и специалисты Парижского университета и Российских научных организаций (рис. 7).



Рисунок 7 – Отбор проб грунта в глубоководной южной части Каспия дночерпателем «Океан».

К сожалению, с распадом СССР объем гидрометеорологических работ, экспедиций и научных исследований резко сократился. Этому способствовало сокращение финансирования гидрометслужбы в целом, «оптимизация» наблюдательской сети (станций и постов), недоукомплектованность коллективов профессиональными кадрами и т.д. К началу XXI века на Каспии прекратилось выполнение ледовых авиаразведок и гидрологических работ на вековых разрезах Северного Каспия, практически полностью прекратилось оперативное гидрометеорологическое обслуживание морских отраслей народного хозяйства.

Взамен веками сложившегося приоритетного рыбного хозяйства и аквакультуры на Северном Каспии стала очень интенсивно развиваться нефте-газовая отрасль. К сожалению, гидрометеорологическая служба России не смогла пока «вписаться» в сложившиеся новые геополитические реалии в регионе Каспийского моря.

## Современные проблемы в оценке гидравлических сопротивлений

**Векшин А.К.<sup>1</sup>, Векшина Т.В., Большаков В.А.**

<sup>1</sup>– *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, t.v.vekshina@mail.ru*

Аннотация: доклад посвящен анализу современных проблем оценки гидравлических сопротивлений, а также полученных формул для расчета коэффициентов шероховатости и других взаимосвязанных гидравлических параметров русла.

Ключевые слова: морфометрические характеристики, гидравлические сопротивления, коэффициент шероховатости, оценка пропускной способности русла, гидрологические наблюдения.

Из-за многофакторной зависимости гидравлических сопротивлений, большинство методик несовершенно, именно это требует глубокого анализа и осмысления методов расчетов и приводит к необходимости дальнейших разработок с целью учета различных факторов.

Применение параметра Великанова открывает возможность использования наблюдений предшествующих лет и изучения влияния на пропускную способность русла других факторов [1, с.232]. Последовательный подход к изучению закономерностей руслоформирования и его взаимосвязи с физико-географической средой стал общепринятым. Русловые процессы, в том числе и гидравлические сопротивления нельзя рассматривать как цепи явлений, развитие которых происходит изолировано от географической среды, без учета конкретных особенностей, характеризующих ландшафт водосбора. Потоки и их водосборы необходимо рассматривать в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности.

Гидравлические сопротивления – узловая проблема как технической, так и речной гидравлики. На их основе выполняются расчеты различных параметров русловых потоков и фрагментов гидротехнических сооружений [1, с.231]. Особое значение имеет учет зависимости русловых процессов от положения рек в географических зонах и ландшафтно-климатических условий. Учет литологического строения речных долин и гидрологического режима рек составляет одну из основ гидроморфологической теории русловых процессов. Для характеристики гидравлических сопротивлений зарастающих русел было предложено рассматривать параметр Великанова. Его особая ценность состоит в том, что он может быть определен непосредственно по гидрометрическим данным [2, с.145]. На этой основе получены расчетные формулы для оценки гидравлических сопротивлений зарастающих рек. Предложенные формулы получены в результате перехода от гидравлических характеристик зарастающих русел к соответствующим ландшафтно-климатическим факторам, что позволяет использовать их для оценки гидравлических сопротивлений зарастающих русел в различных климатических зонах [3, с.218]. Параметр Великанова имеет особое значение в речной гидравлике и гидрометрии. Он выступает как системная характеристика гидравлических сопротивлений руслового потока, т.е. является одной из основных характеристик пропускной способности русла.

Параметр Великанова может быть получен на основе гидролого-морфологических характеристик речных систем. Большое научно-практическое значение имеет обобщение полученных результатов и обоснование допустимости их распространения на неизученные объекты. Такую возможность открывает использование закономерностей изменения гидроморфологических характеристик речных систем [4, с.103]. В их структуре, каждая отдельно взятая река, рассматривается как звено – поток фиксированного порядка  $N$ . Оказалось целесообразным принять систему этих порядков, предложенную Н. А. Ржаницыным.

В структуре речных систем устанавливается зависимость морфометрических характеристик от порядков потока  $N$ , с нарастанием их от истоков к устью, а сами порядки определяются водностью реки. Если сток не изучен, эти характеристики, в конечном счете, могут быть поставлены в соответствие площади водосбора  $A(\text{км}^2)$  [5, с.117].

Полученные формулы являются обобщенными системно-зональными зависимостями, так как они опираются на гидроморфологические характеристики речных систем, т.е. на самые общие сведения, которые содержатся в изданиях водного кадастра и банках данных современных геофизических информационных систем. В результате становится возможной расчетная оценка пропускной способности русла неизученных рек [6, с.25]. Естественно, для каждого конкретного створа величины коэффициентов шероховатости рассчитываются с той или иной степенью приближения. Но в сравнении с соответствующими описательными шкалами шероховатости, количественная определенность полученных зависимостей дает все основания для их предпочтения.

### Литература

1. *Большаков В.А.* Информационные технологии в прикладных задачах гидравлики //Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов по материалам XXVII международной научно-практической конференции/ Под общ. Ред. А.В. Туголукова – Москва: ИП Туголуков А.В., 2018. С 231– 233.

2. *Векишина Т.В., Большаков В.А.* Математическая модель влияния зарастания на гидравлические сопротивления речных русел // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право / Вып. 3 (21) / Под ред. д.т.н., проф. Истомина Е.П. – СПб.: ООО «Андреевский издательский дом» – 2017 г – С. 145-147

3. *Большаков В.А., Векишина Т.В.* Гидравлические сопротивления и учет стока при зарастании русел рек водной растительностью//Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов 31 марта 2016 г. по материалам III международной научно-практической конференции/ Под общ. Ред. А.В. Туголукова – Москва: ИП Туголуков А.В., 2016 – С. 217-219

4. *Карасев И.Ф., Векишина Т.В.* Расчетная оценка гидравлических сопротивлений русел зарастающих рек // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева/ Т.245. – 2006. – С. 101-108

5. *Векишина Т.В., Карасев И.Ф.* Режим гидравлических сопротивлений зарастающих речных русел / Труды Академии проблем водохозяйственных наук. Вып. 9. Проблемы русловедения. – М.: изд. МГУ, 2003. – 220с. – с.112-122

6. *Векишина Т.В.* Гидравлические сопротивления русел рек, зарастающих растительностью // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета № 15. Научно-теоретический журнал. – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – С. 19-26

## Modern problems in the evaluation of hydraulic resistances

Vekshin A. K.<sup>1</sup>, Vekshina T. V., Bolshakov V. A.

<sup>1</sup>– *Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russian Federation,  
t.v.vekshina@mail.ru*

Abstract the article is devoted to the analysis of modern problems of hydraulic resistance estimation. Formulas for calculation of roughness coefficients and other hydraulic parameters are obtained. As a result, it becomes possible to estimate the power of the bed of unexplored rivers.

Key words: morphometric parameters, hydraulic resistance, coefficient of roughness, evaluation of bandwidth of a channel, hydrological observations.

**Физико-химические особенности формирования качества вод городских рек****Веницианов Е.В.<sup>1</sup>, Воронина К.П.<sup>1</sup>**<sup>1</sup>– *Институт водных проблем РАН, eugen.venitsianov@gmail.com*

Аннотация. На примере содержания Cu и Zn в водной массе и сорбированных формах на взвесах дана оценка коэффициентов распределения, характеризующих концентрирование на взвесах, и характерных времен сорбции.

Ключевые слова: тяжелые металлы, сорбция, равновесие и кинетика

Речная система р. Язузы является частью природной среды города, выполняет градообразующие, инженерные и экологические функции, формирует ландшафтный облик города, осуществляет отвод поверхностного и дренажного стока. Формирование качества воды в реке находится под воздействием природных и антропогенных факторов: продолжительности и интенсивности осадков, продолжительности периодов между дождями, сбросами сточных вод.

В реке наблюдаются превышения нормативов, установленных для водных объектов культурно-бытового назначения: для взвешенных веществ – до 145 мг/л (13,5 ПДКк-б), железа – до 1,2 мг/л (3,7 ПДКк-б), марганца – до 0,662 мг/л (6,6 ПДКк-б), свинца – до 0,018 мг/л (1,8 ПДКк-б), алюминия – до 0,431 мг/л (2,15 ПДКк-б), нефтепродуктов – до 2,4 мг/л (8 ПДК к-б), БПК<sub>5</sub> – до 9,5 мгО<sub>2</sub>/л (2,4 ПДКк-б), ХПК – до 120 мгО<sub>2</sub>/л (4 ПДКк-б) и формальдегида – до 0,12 мг/л (2,4 ПДКк-б). Прозрачность воды опускалась до значения 3 см. Концентрации значительно изменяются как в течение года, так и по длине реки.

В измерениях качества воды обычно определяются валовые концентрации компонентов. Однако важно отметить, что большинство компонентов состава воды, прежде всего, тяжелые металлы существуют в нескольких фазах. Фактически измеряется сумма нескольких концентраций в водной массе, во взвесах (минеральных, органических), в органических коллоидах, в организмах водной биоты, на оксидах Fe и Mn. Между этими фазами происходит взаимодействие и основным механизмом является сорбция, т.е. поглощение молекул (ионов) вещества, содержащихся в одной из фаз, другой контактирующей с ней фазой.

Рассмотрены особенности формирования качества воды в реке на примере тяжелых металлов (ТМ).

Основные механизмы сорбции: ионный обмен, физическая адсорбция, хемосорбция, т.е. формирование комплексных соединений. Обмен компонентов между фазами происходит благодаря переносу в нано-слое воды на поверхности раздела «вода – взвеси» и «вода – донные осадки».

Закономерности взаимодействия фаз в нано-слое определяются двумя процессами: термодинамическим равновесием сорбируемого вещества в контактирующих фазах и представляется изотермой и подводом сорбируемого вещества из водной массы к поверхности раздела фаз (внешняя диффузия), а также диффузия по твердой фазе. Параметрами массообмена между фазами «вода–взвешенная частица» являются:

- коэффициент распределения  $\Gamma$  между твердой и жидкой фазами (обычно  $\Gamma \gg 1$ );
- коэффициент массопереноса в нано-слое;
- коэффициент диффузии в веществе взвешенной частицы;
- дисперсный состав частиц взвеси.

Эти величины определяются экспериментально. Коэффициент распределения  $\Gamma$  равен отношению равновесных концентраций ТМ в осадке и в водной массе. Использовались данные, полученные при анализе загрязненности тяжелыми металлами донных осадков (ДО) р. Ички, левого притока р. Язузы, в пределах Национального парка «Лосиный остров» [1]. Река Ичка подвержена мощному автотранспортному загрязнению от МКАД, пересекающей ее водосборный бассейн. С полотна МКАД в реку поступают тяжелые металлы и другие компоненты. Пробы донных отложений (ДО) были отобраны в 6 створах по течению р. Ички.

Металлы находятся в разных формах, поэтому выполняются 4 последовательных экстракции ДО различными реагентами (таблица): 1. вытяжка раствором хлорида магния, позволяющая извлечь ионные формы ТМ; 2. ацетатно-аммонийная вытяжка, позволяющая извлечь формы, адсорбированные на поверхности частиц; 3. вытяжка водным раствором гидроксилamina, позволяющая извлечь формы, связанные с оксидами и гидроксидами Fe и Mn; 4. вытяжка водным раствором азотной кислоты и перекиси водорода, позволяющая извлечь формы, связанные с органическим веществом.

Таблица – Значения коэффициента распределения  $\Gamma$  (безразмерный) для Cu и Zn по трем сорбированным формам в ДО р. Ички (усредненные значения)

| ТМ | Ионная+ адсорбцион-ная | Органический комплекс | Сорбция аморфным Fe |
|----|------------------------|-----------------------|---------------------|
| Cu | 256                    | $2.2 \times 10^4$     | $0.82 \times 10^4$  |
| Zn | 1715                   | $1.25 \times 10^4$    | $4.0 \times 10^4$   |

Наиболее распространенной фазой ТМ в природных водах являются органические и неорганические комплексы, на порядок меньше концентрации ионообменных и адсорбционных форм, и на 3 порядка меньше – концентрации в свободной (ионной) форме.

Таким образом, наиболее токсичные ионные формы ТМ в природных водах присутствуют в незначительных количествах. Наиболее распространены связанные (сорбированные) формы металлов. Однако существуют условия, когда возможен выход сорбированных форм ТМ из частиц взвеси или ДО, например, при изменении редокс-условий в ДО.

При поступлении металлов со сточными водами концентрация ионов ТМ снижается как за счет разбавления, так и при сорбции взвешенными частицами. Скорость сорбции зависит от структуры взвеси (размера частиц и пор), коэффициентов диффузии в фазе взвеси. Расчет характерных времен сорбции показывает:

- для органических коллоидных частиц и для микронных макропористых (например, монтмориллонитовых) глинистых частиц сорбция происходит практически мгновенно;
- для микропористых глин (большинство глинистых материалов) время сорбции зависит от размера частиц взвеси и исчисляется часами и сутками, т.е. при разбавлении сбросов механизм сорбции практически можно не учитывать.

### Выводы

1. Проведенные исследования свидетельствуют о важной роли физико-химических процессов, происходящих в слоях, имеющих размеры порядка десятков нанометров (нано-слоях), которые формируются на поверхности раздела водной массы и коллоидных или дисперсных взвесей, и играют важную роль в распределении токсичных компонентов между частицами взвеси, донными осадками и водной массой.

2. Время установления равновесия регулируется массопереносом в нано-слое между фазами и диффузией в порах частицы взвеси. Для органических веществ она имеет порядок секунд, для микропористых глинистых частиц – порядок суток.

3. Доля поглощения загрязняющего компонента зависит от суммарной сорбционной емкости органических и минеральных взвесей в воде. Сорбированная фаза имеет меньшую токсичность, чем ионная.

### Литература

1. Веницианов Е.В., Соколова О.В. Сорбция ионных форм металлов на взвешях при залповых сбросах сточных вод в русловый поток. Водные ресурсы. 2008. Т. 35. № 4. С. 1-6.

При поддержке РФФИ проект 19-05-50082.

## **Physicochemical features of the formation of water quality in urban rivers**

**Venitsianov E.V.<sup>1</sup>, Voronina K.P.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>– Institute of Water Problems RAS, Moscow, eugen.venitsianov@gmail.com*

Abstract. Using the example of the content of Cu and Zn in the water mass and sorbed forms, the distribution coefficients characterizing their concentration on suspensions and the characteristic times of sorption are estimated.

Key words: heavy metals, sorption, equilibrium and kinetics.

## Неявная разностная схема на произвольном множестве расчетных точек для решения уравнений Навье – Стокса

**Веретенников В.Н.**

*1 – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

Рассматривается численное решение нестационарной начально-краевой задачи для системы уравнений Навье-Стокса

$$\begin{aligned} \frac{\partial \vec{U}}{\partial t} + U_k \frac{\partial \vec{U}}{\partial x_k} + A \Delta \vec{U} &= \vec{f}, \\ \operatorname{div} \vec{U} &= 0, \\ \vec{U}|_{\partial \Omega_\tau} &= 0, \vec{U}|_{\tau=0} = \vec{a}(x) \end{aligned}$$

в области  $\Omega \times [0; T]$  с границей  $\partial \Omega_\tau = \partial \Omega \times [0; T]$ .

При построении разностной схемы в работе вместо регулярной координатной сетки по области строится произвольное множество точек. Для аппроксимации всех пространственных производных, входящих в дифференциальные уравнения, в точке  $j$  используется разложение Тейлора для каждой  $k$ -ой точки (из окрестности точки  $j$ ) относительно точки  $j$  с выбранным порядком точности.

В результате необходимо рассмотреть систему равенств

$$\begin{aligned} f_k &= f_j + \frac{\partial f}{\partial x} h x_k + \frac{\partial f}{\partial y} h y_k + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} h x_k^2 + 2 \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} h x_k h y_k + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} h y_k^2 \right) + \mathcal{O}(h^3), \\ k &= \overline{1, n}, h x_k = x_k - x_j, h y_k = y_k - y_j, h = \max_k (h x_k, h y_k), \end{aligned}$$

как систему алгебраических уравнений относительно пространственных производных в точке  $j$ . Число  $n$  может быть выбрано в зависимости от необходимой точности аппроксимации.

Алгоритм нахождения нормального решения системы алгебраических уравнений в качестве своего первого этапа использует алгоритм приведения исходной матрицы к двухдиагональному виду при помощи ортогональных преобразований отражения.

Вычислительная устойчивость алгоритма приведения к двухдиагональному виду при помощи преобразований отражения позволяет получать гарантированные оценки погрешностей вычислений.

Популярность ортогональных преобразований в алгоритмах линейной алгебры объясняется тем, что с одной стороны с их помощью можно значительно упростить структуру матрицы, а с другой – при их реализации на персональных компьютерах сравнительно легко оценить накопление погрешностей в результате. Кроме того, в задачах гидрометеорологии значения пространственных производных в некоторых точках оказывается того же порядка, что и результирующая оценка погрешности окончательного решения.

Метод, предлагаемый в работе, основан на двухслойной по времени разностной схеме с весом  $s$ , которая строится на произвольном по области шеститочечным шаблоне.

Значения искомой функции на последующем временном слое находится по указанной неявной разностной схеме с использованием итераций по методу Зейделя.

Для аппроксимации граничных условий используем соотношения для  $\frac{\partial f_j}{\partial x}$  и  $\frac{\partial f_j}{\partial y}$ , предполагая, что точка  $j$  лежит на границе. Тогда значения функции на границе на последующем временном слое можно находить по явной формуле и уточнять его в процессе итераций.

Чтобы использовать предложенную разностную схему для численного расчета дифференциальной задачи, необходимо упорядочить произвольное множество расчетных точек и дать для любой точки алгоритм вычисления соседних точек (шаблона), на которых строится разностная схема.

Известно, что в двумерной области по заданным точкам внутри и на границе области можно провести ее триангуляцию. Затем можно упорядочить граничные точки на  $\partial\Omega$  так, что, начиная движение с последней граничной точки, все точки области можно пройти последовательно, двигаясь по сторонам треугольника и проходя каждую сторону один раз.

Тогда все точки границы и области расположатся последовательно на спирали, составленной из отрезков прямых. Если соединить последнюю граничную точку с последней точкой спирали, то спираль разобьётся на  $m$  витков.

Зная число витков и число точек на каждом витке, легко находить для каждой точки те точки, которые лежат в ее окрестности. Из этих точек и можно выбрать 5 точек необходимых для шаблона разностной схемы. Эти точки должны быть выбраны так, чтобы по возможности приблизительно равномерно по углу окружали точку  $j$ , и определитель системы не равнялся нулю.

### **The implicit difference scheme on an arbitrary set of calculated points to solve the navier - stokes equations**

**Veretennikov V.N.**

<sup>1</sup>– *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg*

## Русловые деформации рек Приильменской низменности на примере реки Порусья

Виноградов И.А.<sup>1</sup>, Обязов В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – ООО НПО «Гидротехпроект», Санкт-Петербург, Россия, iv@nprogtr.ru

<sup>2</sup> – ООО НПО «Гидротехпроект», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В данной работе рассматриваются русловые деформации рек Южного Приильменья на примере реки Порусья. Цель исследования – определение коренных берегов, а также положение реки от ее появления до наших дней.

Ключевые слова: Валдайское оледенение, русловые деформации, аллювиальный слой, формирование речных долин.

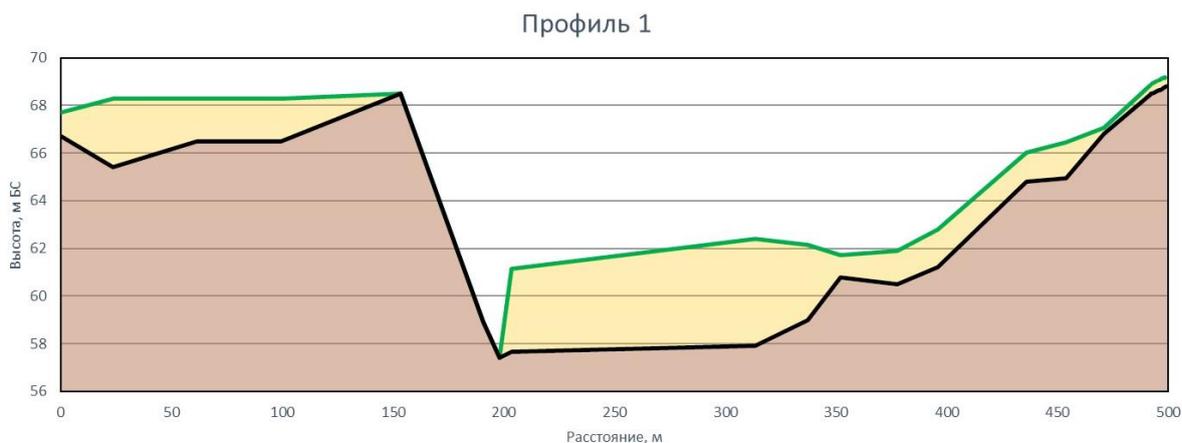
В данной работе рассмотрены русловые деформации за все время существования реки Порусья: от конца Валдайского оледенения до наших дней.

Современный рельеф данного района начал формироваться 12-15 тысяч лет назад. Появление в данном районе рек обусловлено окончанием Валдайского оледенения. За этот временной промежуток река Порусья на рассматриваемом участке сформировала речную долину, с высотой коренных берегов 12-14 метров над современными отметками дна. Таким образом вертикальный размыв в среднем составил 1 м за 1000 лет, или 1 мм/год.

Целью работы было определение отметок водоупора на берегах реки Порусья в районе деревни Минцево. Эти данные позволяют сделать выводы о том, в какой части долины река находилась и как давно это было. Чем выше находится водоупорный слой, тем давнее в этом месте протекала река, и, соответственно, наоборот.

Объектом исследования является участок реки Порусья вблизи деревни Минцево. Длина участка реки 1000 м, расстояние от устья – 71 км, от истока – 71 км. Порусья является правым притоком реки Полисть, относится к бассейну озера Ильмень.

Для определения русловых деформаций были определены абсолютные отметки водоупорного слоя. С помощью ручного бура были пробурены скважины, определена мощность аллювиального слоя, отметка поверхности земли и плановые координаты устья скважины. По полученным данным были построены 3 профиля, наглядно показывающие положение реки в разные периоды времени и мощность аллювиального слоя на берегах в настоящее время (Рисунок 1).



Проанализировав профили, было сделано несколько выводов:

1. Данный участок реки развивался по классической схеме ограниченного меандрирования (Рисунок 2)
2. Ширина долины реки в действительности больше, чем кажется: на коренных с виду берегах имеют место аллювиальные отложения мощностью до 3 метров.

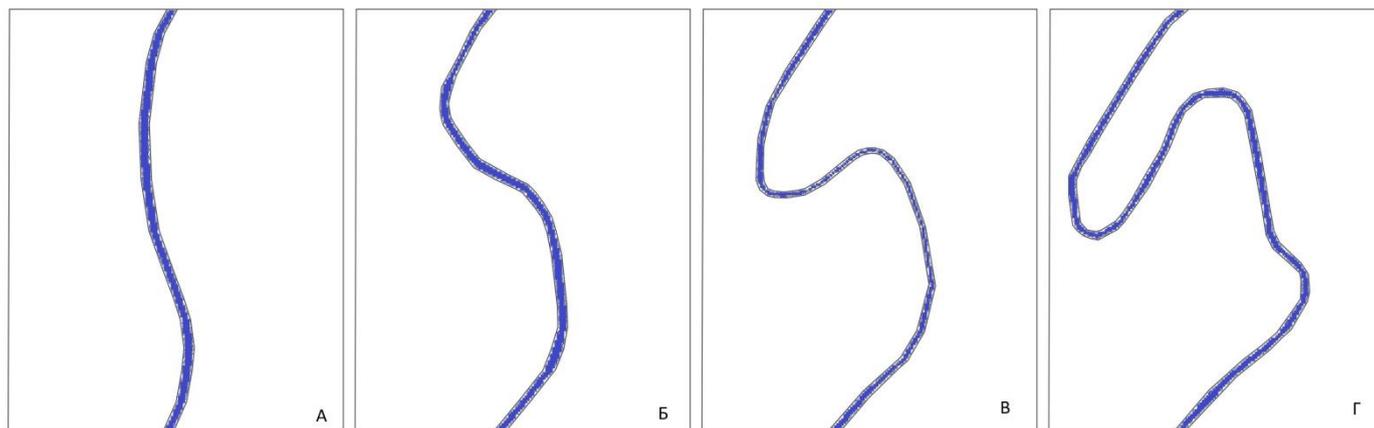


Рисунок 2 – Развитие русла реки Порусья. А – 10-12 тыс. лет назад; Б – 7-8 тыс. лет назад; В – 4-5 тыс. лет назад; Г – современное русло.

#### Литература

1. Виноградов А. Ю., Обязов В. А., Кадацкая М. М. Изменения скорости вертикальных русловых деформаций равнинных рек в условиях Приильменской низменности (на примере реки Порусья) // Гидросфера. Опасные процессы и явления, 2019, Том 1 Выпуск 3 стр. 392-408.
2. Виноградов А. Ю., Обязов В. А., Кадацкая М. М. История формирования южного Приильмения в голоцене. // Гидросфера. Опасные процессы и явления, 2019, Том 1 Выпуск 1, стр. 90-113.
3. Земцов А.А. Основные этапы развития речных долин Западно-Сибирской равнины // История развития речных долин и проблемы мелиорации земель. Зап. Сибирь и Средняя Азия. Новосибирск. 1979. С. 82-85.
4. Васильева Н.В., Субетто Д.А., Вербицкий В.Р., Кротова-Путинцева А.Е. История формирования Ильмень-Волховского бассейна // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2012. С. 141-147.

### The bed deformation of the rivers of the Priilmeneskaya lowlands on the example of the river Parousia

Vinogradov I.<sup>1</sup>, Obyazov V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Scientific and Industrial Research Association *Gidrotehproekt Ltd*, Valday, Russia, [iv@npogtp.ru](mailto:iv@npogtp.ru)

<sup>2</sup> – Scientific and Industrial Research Association *Gidrotehproekt Ltd*, Valday, Russia

Abstract. This paper discusses the riverbed deformation rivers Southern Priilmenye the example Porus River. The purpose of the study - the definition of indigenous shores, as well as the position of the river from its inception to the present day.

Key words: The Valdai glaciation, river bed deformation, alluvial layer, the formation of river valleys.

## Исследование влияния растворенного органического вещества на первичную продукцию на основе модели SPBEM-2

Владимирова О.М.<sup>1</sup>, Еремина Т.Р.<sup>2</sup>, Исаев А.В.<sup>2</sup>, Рябченко В.А.<sup>2</sup>, Савчук О.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>– Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, 3256767@gmail.com

<sup>2</sup>– Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>– Балтик Нест институт, Центр Балтийского моря Стокгольмского университета, г. Стокгольм, Швеция

Аннотация. На основе экогидродинамической модели SPBEM-2, учитывающая трансформацию растворенного органического вещества, выполнена оценка влияния скорости оседания детрита на величину первичной продукции в Финском заливе.

Ключевые слова: Модель SPBEM-2, органическое вещество, скорость оседания детрита, минерализация.

Целью работы является исследование влияния лабильной и стойкой форм органического вещества на биогеохимические потоки на основе экогидродинамической модели SPBEM-2 в Финском заливе. Введение в уравнения модели самостоятельных переменных для описания органических форм и детрита позволяет разделить скорости их оседания, и отказаться от "искусственного" занижения скорости оседания для сохранения баланса потоков питательных веществ в пелагиали в моделях, не учитывающих растворенное органическое вещество с разной скоростью минерализации [Savchuk, 2009].

В расчетах на модели скорость оседания детрита была увеличена в 2,5 раза, с 2,6 до 6,6 м/с (при 10° С) в сравнении с задаваемой в работе [Vladimirova et al., 2018]. Это привело к резкому уменьшению содержания биогенов в фотическом слое. Для сохранения баланса биогенных веществ, скорость минерализации детрита была увеличена на порядок: с 0,004 до 0,088 с-1 (при 10° С).

Проведенные численные эксперименты на модели показали, что при таком подходе баланс биогенных соединений сохраняется, а полученные значения хорошо согласуются с данными наблюдений [Isaev et al., 2020]. После увеличения скорости оседания детрита и минерализации среднее значение первичной продукции составило 0,44±0,39 мгС/м<sup>2</sup>сут, тогда как согласно данным наблюдений первичная продукция в Финском заливе изменяется в пределах 0,50±0,21 мгС/м<sup>2</sup>сут. Использование заниженных скоростей оседания детрита обуславливало завышение первичной продукции до величин 0,79±0,52 мгС/м<sup>2</sup>сут [Vladimirova et al., 2018].

Таким образом, включение в модель лабильной и стойкой форм органического вещества позволило более точно воспроизводить процесс первичного продуцирования и биогеохимические потоки в экосистеме Финского залива.

Работа выполнена в рамках осуществления научной деятельности по государственному заданию № FSZU-2020-0009.

### Литература

1. Savchuk O.P. Nutrient biogeochemical cycles in the Gulf of Riga: scaling up field studies with a mathematical model // J. Mar. Sys. 2002. 32. P. 235–280.

2. Vladimirova, O.M., Eremina, T.R., Isaev, A.V., Ryabchenko, V.A., Savchuk, O.P. Modelling dissolved organic nutrients in the Gulf of Finland.

3. Isaev A., Vladimirova O., Eremina T., Ryabchenko V., Savchuk O. Accounting for dissolved organic nutrients in an SPBEM-2 model: Validation and verification 2020 Water (Switzerland) Vol. 12 I. 5 Art. 1307. DOI: 10.3390/W12051307// Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2018. Т. 11, No 4, 2018.

## **Study of the influence of dissolved organic matter on primary production based on the SPBEM-2 model**

**Vladimirova O.M.<sup>1</sup>, Eremina T.R.<sup>1</sup>, Isaev A.V.<sup>2</sup>, Ryabchenko V.A.<sup>2</sup>, Savchuk O.P.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>– *Russian State Hydrometeorological University, St.-Petersburg, Russia, 3256767@gmail.com*

<sup>2</sup>– *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>3</sup>– *Baltic Nest Institute, Stockholm University Baltic Sea Centre, Stockholm, Sweden*

Abstract. Based on the SPBEM-2 model takes into account the transformation of dissolved organic matter, the influence of the detritus sedimentation rate on the value of primary production in the Gulf of Finland was estimated.

Keywords: Model SPBEM-2, organic matter, rate of detritus sedimentation, mineralization.

## Прогнозные оценки речного стока на основе гибридной модели EMD-ARIMA

Волчек А.А., Сидак С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Беларусь, harchik-sveta@mail.ru*

Аннотация. Для получения прогнозных оценок среднегодовых расходов воды предлагается гибридная модель EMD-ARIMA. Полученные результаты показали высокую эффективность используемой модели. Опыт совместного применения методов EMD и ARIMA в дальнейшем может быть распространен на получение прогнозных оценок других гидрологических характеристик.

Ключевые слова: эмпирическая модовая декомпозиция, гибридная модель, EMD, ARIMA, прогнозные оценки речного стока.

Получение прогнозных оценок речного стока по данным многолетних наблюдений принято считать одной из актуальных проблем гидрологии. Наличие достоверной информации о будущих значениях среднегодовых расходов воды является одним из основополагающих факторов эффективного планирования, управления и бесперебойной работы системы водных ресурсов. Научная проблема прогнозирования среднегодовых расходов воды имеет очевидную значимость с точки зрения проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений, осуществления мероприятий по предотвращению негативного воздействия вод.

На протяжении XX – начала XXI века разрабатывались методики расчета и прогнозирования гидрологических характеристик, основанные на изучении закономерностей многолетних колебаний стока при условии стационарности климата в прошлом и будущем. Однако в настоящее время обоснованность и правильность применения данных методик ставится под сомнение в связи с устойчиво меняющимся климатом и постоянно меняющейся антропогенной нагрузки на водные ресурсы.

Повышение требований к экономической эффективности и безопасности эксплуатации водных систем приводит к необходимости совершенствования существующих методов долгосрочного прогнозирования речного стока, повышения его точности и заблаговременности.

К настоящему времени разработано большое количество математических моделей и методов анализа и прогнозирования гидрологических временных рядов [1].

Одной из распространенных классических статистических моделей прогнозирования является модель ARIMA, предложенная Боксом и Дженкинсом. Эта модель эффективно применяется в таких отраслях, как гидрология, экономика, окружающая среда и политика. Однако гидрологические процессы являются сложными, отражающими взаимодействие большого числа климатообразующих факторов, каждый из которых может быть описан различными моделями. Построенная в результате применения традиционных методов математическая модель гидрологического процесса, как единого и неделимого, является практически не реализуемой и малоприменимой для использования в задачах прогноза.

В последнее время в зарубежной литературе появилось много работ [2-4], посвященных гибридным декомпозиционным моделям и методам прогнозирования, полученным путем объединения двух и более методов с целью получения лучших характеристик комбинированной гидрологической модели и возможности использования их для прогнозирования нестационарных гидрологических рядов. Основной целью декомпозиционного подхода к прогнозированию является разделение исходного временного ряда на множество рядов с более простой структурой, рассматриваемых независимо друг от друга.

Целью данной работы является анализ возможности прогнозирования среднегодовых расходов воды р.Днепр с использованием гибридной модели, основанной на совместном использовании методов эмпирической модовой декомпозиции (EMD) и модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA).

EMD используется для разложения исходного нестационарного ряда на серию модовых функций (IMF) и остаток, к каждому из которых может быть применена ARIMA-методология (рис. 1).

Основные этапы получения прогнозных оценок с помощью гибридной модели EMD-ARIMA:

- 1) последовательные операции по выделению из исходного временного ряда модовых функций, начиная с высокочастотных;
- 2) разработка подходящей модели ARIMA для каждой IMF функции и остатка;
- 3) проведение общих вычислений для прогнозирования исходного временного ряда на основе прогноза каждой подсерии;
- 4) сравнение производительности гибридной модели EMD-ARIMA со стандартной моделью ARIMA.

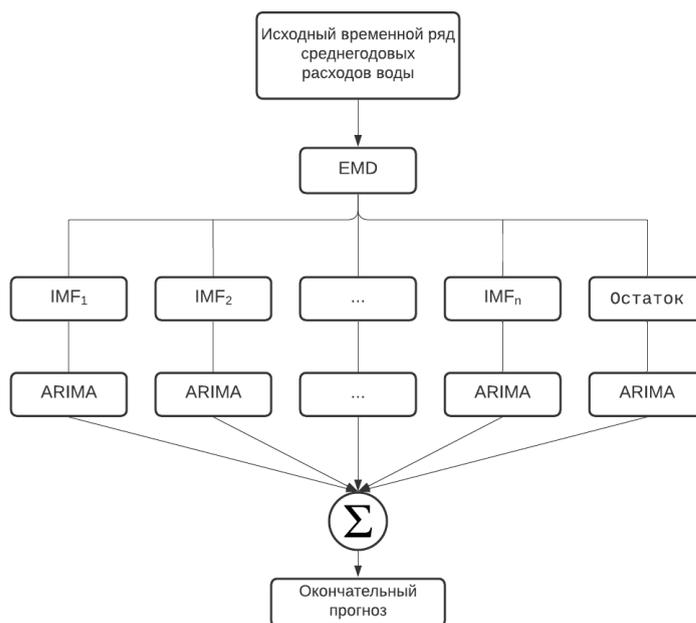


Рисунок 1 – Блок-схема гибридной модели EMD-ARIMA

Для оценки эффективности используемой в работе гибридной модели EMD-ARIMA получены значения среднеквадратической ошибки, средней абсолютной ошибки, средней абсолютной ошибки в процентах, коэффициента корреляции. Полученные результаты показали более высокую эффективность предложенной гибридной модели для прогнозирования среднегодовых расходов воды по сравнению со стандартной моделью ARIMA.

Работа выполнена при поддержке гранта БРФФИ (договор № X20M064 от 04.05.2020)

#### Литература

1. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. Сю-Пб.: РГГМУ, 2007.
- Кучмент Л.С. Речной сток (генезис, моделирование, предвычисление) : М.: 2008.
2. Wang W, Van Gelder P, Vrijling JK, Ma J (2006) Forecasting daily streamflow using hybrid ANN models. J Hydrol 324: 383–399
3. Jain A, Kumar AM (2007) Hybrid neural network models for hydrologic time series forecasting. Appl Soft Comput 7: 585–592
4. Sahoo GB, Schladow SG, Reuter JE (2009) Forecasting stream water temperature using regression analysis, artificial neural network, and chaotic non-linear dynamic models. J Hydrol 378: 325–342.

## **Predictive estimates of river runoff based on the EMD-ARIMA hybrid model**

**Volchak A.A., Sidak S.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Brest State Technical University, Brest, Belarus, harchik-sveta@mail.ru*

**Abstract.** A hybrid EMD-ARIMA model is proposed to obtain predictive estimates of average annual water discharge. The results obtained showed the high efficiency of the used model. The experience of joint application of EMD and ARIMA methods can be further extended to obtain predictive estimates of other hydrological characteristics.

**Keywords:** empirical mode decomposition, hybrid model, EMD, ARIMA, forecast estimates of river runoff.

## К вопросу исследования гидрометеорологических рядов методами фрактального анализа

Волчек А.А., Сидак С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Беларусь, harchik-sveta@mail.ru*

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены особенности применения фрактального анализа при исследовании временных рядов температуры атмосферного воздуха, атмосферных осадков, речного стока.

Ключевые слова: показатель Хёрста, фрактальный анализ, персистентность, температура воздуха, речной сток.

Проблема изменения климата является одним из приоритетных направлений исследований на государственном уровне в Республике Беларусь. Это подтверждается выполнением обязательств по международным соглашениям в области изменения климата, разработкой и внедрением мероприятий по снижению уязвимости естественных экологических систем.

Происходящие в настоящее время изменения климата уже привели в ряде регионов к значительным изменениям водного режима рек. Причина происходящих изменений кроется в том, что климат выступает основным фактором формирования подземных и поверхностных вод речных бассейнов. Темпы протекания климатических изменений современного периода, отражающиеся в изменении гидрологических характеристик, коррелируют со скоростью повышения антропогенной нагрузки на окружающую среду. В соответствии с данными метеорологических наблюдений на сети метеостанций Беларуси в последние десятилетия отмечается четко выраженный тренд повышения годовой и зимней температуры воздуха [1]. Учитывая эти обстоятельства, необходимо отметить, что проблема оценки современных и ожидаемых изменений водных ресурсов в условиях изменяющегося климата носит не теоретический, а совершенно практический характер. И, как следствие, чем детальнее будет изучена оценка пространственно-временной изменчивости речного стока и определяющих его климатических факторов, тем надежнее удастся выявить изменения гидрологического режима водных объектов в будущем. Бесспорным остается тот факт, что оценку закономерностей изменения речного стока за достаточно длительный период гидрометрических данных наблюдений необходимо проводить совместно с влияющими на него климатическими факторами.

Развитие компьютерных технологий и методов математического моделирования в областях гидрометеорологии позволяет наряду с расчетом базовых статистических характеристик гидрометеорологических показателей применять сложные математические методы и вычислять параметры, которые отражают неочевидные, глубинные свойства гидрометеорологических процессов. Одним из таких методов исследований, получившем в последнее время широкое развитие в самых разнообразных областях науки, является фрактальный анализ [2,3].

Метод основывается на предположении, что процессы, происходящие в настоящий момент, определялись предыдущими состояниями системы или объекта и, как следствие, временной ряд на некоем интервале масштабов самоподобен. Главная особенность применения фрактального анализа состоит в том, что учитываются не только непосредственно предшествующие, но и происходившие достаточно давно относительно настоящего момента процессы.

Существует несколько способов исследования фрактальных временных рядов [4,5]. В данной работе использован метод, предложенный Бенуа Мандельбротом и основанный на вычислении показателя Хёрста (R/S анализ). Используемый в работе метод R/S анализа позволяет при минимальных данных о характере рассматриваемого процесса проводить оценку такой важной для решения гидрометеорологических задач характеристик, как персистентность – устойчивость в формируемых тенденциях [6].

В работе выявлены и численно оценены такие фундаментальные характеристики гидрометеорологических рядов, как наличие долговременной памяти, трендоустойчивость (персистентность) и антиперсистентность.

Алгоритм определения показателя Хёрста ( $H$ ) полностью автоматизирован в Excel+VBA. Полученный программный модуль позволяет автоматически вычислять количество интервалов при заданной пользователем длине непересекающихся отрезков разбиения ряда, показатель Хёрста для выбранного пользователем временного ряда, графически представлять полученные результаты.

С помощью созданного программного модуля исследованы временные ряды среднегодовых и среднемесячных температур атмосферного воздуха Беларуси, осадков, максимальных, минимальных, среднегодовых расходов воды крупных рек Беларуси. В качестве примера, на рисунке 1, представлена динамика показателя Хёрста для среднемесячных температур атмосферного воздуха Беларуси за период 1950-2019 гг.

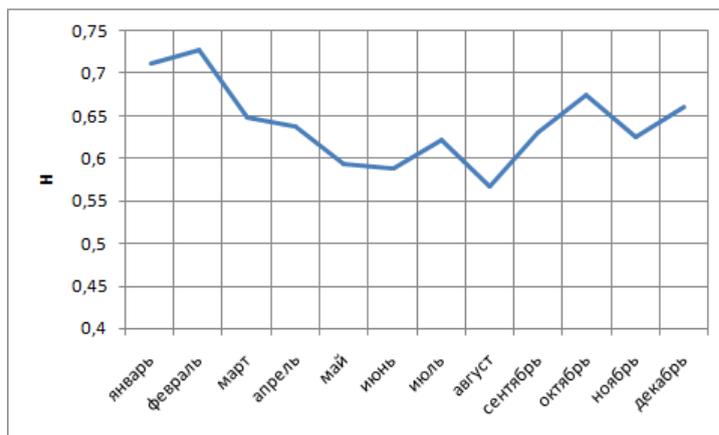


Рисунок 1– Динамика показателя Хёрста по месяцам за период 1950-2019 гг.

Расчёт показателя Хёрста для каждого месяца показал, что наибольшей тенденцией к персистентности характеризуются ряды температур воздуха за январь ( $H=0,71$ ), февраль ( $H=0,73$ ) и октябрь ( $H=0,68$ ).

### Литература

1. Волчек А.А. К вопросу прогнозирования температуры воздуха на примере Беларуси / А.А. Волчек, С.В. Сидак // Вестник БрГТУ. – 2019. – №2 (115) : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 2–6.
2. Федер Е. Фракталы. –М.:Мир, 1991. –254 с.
3. Hurst H.E. Long-term storage capacity of reservoirs // Trans. Am. Soc. Civ. Eng., №116, –1951, P.770–808.
4. Перепелица В.А. Предпрогнозный анализ объемов стока горных рек как элемент экономической безопасности региона / В. А. Перепелица, Е. В. Попова, Т. М. Леншова , А. М. Янгишиева // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. Экономика и управление. 2005. – №1. – С. 73–84.
5. Бутаков В., Граковский А. Оценка уровня стохастичности временных рядов произвольного происхождения при помощи показателя Херста // Computer Modeling and New Technologies. 2005. Vol. №2. С. 27–32.
6. Лепихин А.П., Перепелица Д.И. К применению показателя (коэффициента) Херста в гидрологии // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №4(39). С. 36–44.

## **To the question of research of hydrometeorological series by fractal analysis methods**

**Volchak A.A., Sidak S.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Brest State Technical University, Brest, Belarus, harchik-sveta@mail.*

Abstract. In this paper, we consider the features of the use of fractal analysis in the study of time series of air temperature, precipitation, and river runoff.

Keywords: Hurst exponent, fractal analysis, persistence, air temperature, river flow.

## Методология частично инфинитной гидрологии

Гайдукова Е.В.<sup>1</sup>, Хаустов В.А.<sup>1</sup>, Викторова Н.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ),  
г. Санкт-Петербург, Россия, oderiu@mail.ru*

Аннотация. Рассматривается научное направление «Частично инфинитная гидрология», в котором делается упор на математическое описание процессов, происходящих в развивающихся системах и объектах. Приводятся основные элементы направления, и производится сравнение с другими методологиями.

Ключевые слова: математические модели, гидрологические процессы, прогнозирование, неустойчивость, развитие.

Методология частично инфинитной гидрологии была предложена проф. Коваленко В.В. почти 25 лет назад, и на протяжении прошедших лет она разрабатывалась, развивалась и апробировалась. Коллектив исследователей, занимающийся вопросами частично инфинитной гидрологии, официально зарегистрирован в реестре научных школ Санкт-Петербурга [1] и насчитывает более двух десятков человек. Опубликовано 13 монографий, 9 учебных изданий и более 80 статей, посвященных общим и частным вопросам частично инфинитной гидрологии.

Исследования коллектива научной школы позволили получить результаты, расширяющие теоретические знания о закономерностях формирования речного стока в условиях эволюционных изменений окружающей среды, обуславливающей стокообразование на речных бассейнах (см., например, [2, 3]). Изменчивость стокообразующих факторов (климата и подстилающей поверхности водосборов) поставили перед гидрологией задачу создания методологии моделирования и прогнозирования переходных (неустановившихся) гидрологических процессов. Так как традиционно гидрология опирается на вероятностное описание режима стока с использованием фактических рядов наблюдений, то для моделирования и прогнозирования переходных вероятностных процессов необходимо было иметь эволюционные модели, которые позволяют находить неустановившуюся динамику вероятностных распределений, опираясь не на ряды, а на физические свойства моделируемых гидрологических объектов. Математический аппарат для подобного класса задач в науке существовал довольно давно. Это различные варианты уравнений, описывающих пространственно-временную эволюцию характеристических функционалов для довольно широкого класса случайных процессов, уравнение Фоккера–Планка–Колмогорова (ФПК) для марковских случайных процессов и т.п. В гидрологии подобные уравнения изначально изучали С.Н. Крицкий и М.Ф. Менкель для моделирования вероятностных распределений уровней озер. Затем подобный подход широко использовался в ИВП РАН (Д.Я. Раткович, В.И. Найденев и др.). Начиная с 80-х годов, стохастические модели широко применяются в РГГМУ в задачах гидрометрии, моделирования руслового стока, но главное – для долгосрочных оценок вероятностных характеристик многолетнего стока при изменении климата. Большой опыт их использования привел к осознанию пределов их применимости, пониманию условий, при которых теряется устойчивость решений, а главное – к пониманию того факта, что неустойчивость – это, в первую очередь, индикатор эволюционного развития гидрологического объекта (качественного изменения) [4]. Адаптационный механизм развития, при котором распределения плотности вероятности меняют численные значения моментов, оставаясь в фиксированном классе распределений из класса Пирсона, может смениться бифуркационным механизмом, т.е. выходом распределений за пределы этого класса, появлением второй моды и т.п. Возник вопрос, как моделировать и прогнозировать подобные статистически неустойчивые процессы? Оказалось, что это возможно, но «частично инфинитно». Так появилось научное направление (методология) «Частично инфинитная гидрология» [5].

В этом научном направлении делается упор на математическое описание процессов,

происходящих в развивающихся системах и объектах. В нем развитие интерпретируется как увеличение размерности фазового пространства системы, в котором изучаемая предметная область представлена моделью с фиксированным набором компонентов вектора состояния. Появление у последнего новых компонентов (расширение фазового пространства) может произойти только через неустойчивость (атрибут развития) решения, т.е. прекращения действия условий, обеспечивающих его корректность. Любая же модель связывает вектор состояния с вектором известных внешних воздействий и вектором задаваемых параметров (коэффициентов модели). Последний обеспечивает интерфейс системы с окружением, и именно «оживление» его составляющих (превращение задаваемых коэффициентов модели в искомые фазовые переменные, «живущие» в одном темпомире с уже существующими фазовыми переменными) является задачей моделирования в частично инфинитной гидрологии. Ее основные элементы: 1) выявление условий, при которых происходит потеря устойчивости решения модели, описывающей очередную эволюционную стадию рассматриваемой развивающейся гидрологической системы; 2) определение необходимого числа фазовых переменных для устойчивого моделирования развивающейся (теряющей устойчивость) системы (осуществляется методами фрактальной диагностики [6], которая позволяет, анализируя только одну, доступную непосредственным измерениям фазовую переменную, определить число других, участвующих в процессе формирования стока «скрытых» фазовых переменных); 3) определение качества этих переменных (что они из себя представляют конкретно) – это наиболее творческий этап во всем процессе частично инфинитного моделирования, так как он не поддается полной формализации (отсюда и название «частично инфинитное», т. е. «частично неопределенное»); 4) «обычное» моделирование (и прогнозирование) устойчивого функционирования расширенной (за счет новой фазовой переменной) системы; 5) выявление условий потери устойчивости уже ее (расширенной) системы и т.д. («по кругу»).

Методы и закономерности частично инфинитной гидрологии применяются для установления (открытия) новых путей, позволяющих, опираясь только на доступную гидрометеорологическую информацию (получаемую на государственной сети стандартных наблюдений), известные климатические сценарии и планы социально-экономического развития территории получать эффективные результаты моделирования (прогнозирования) гидрологических процессов.

Исследование частично реализовано при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования, грант № FSZU-□2020-□0009.

#### Литература

1. Список научных и научно-педагогических школ Санкт-Петербурга, включенных в реестр ведущих научных и научно-педагогических школ Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] / Правительство Санкт-Петербурга, Комитет по науке и высшей школе, 2013. – Режим доступа: <http://knvsh.gov.spb.ru/closedcontests/view/85/> Дата обращения 26.02.2020.
2. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Чистяков Д.В., Хамлили А. Методика мониторинга и прогнозирования развития процессов катастрофического формирования многолетнего речного стока // Ученые записки РГГМУ, № 10, 2009. – С. 5–12.
3. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В., Хаустов В.А., Громова М.Н., Девятков В.С., Шевнина Е.В. Влияние изменения климата на многолетний слой стока весеннего половодья рек Арктической зоны России // Ученые записки РГГМУ, № 14, 2010. – С. 14–19.
4. Коваленко В.В. Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии. – СПб.: изд. РГГМУ, 2011. – 107 с.
5. Коваленко В.В. Частично инфинитная гидрология. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 230 с.
6. Гайдукова Е.В. Фрактальная диагностика в моделировании гидрологических процессов. – СПб.: Астерион, 2017. – 98 с.

## **Partially Infinite Hydrology Methodology**

**Gaidukova E.V., Khaustov V.A., Victorova N.V.**

*Russian State Hydrometeorological University (RSHU), Saint-Petersburg, Russia, oderiu@mail.ru*

Abstract. The scientific direction “Partially Infinite Hydrology” is considered, in which emphasis is placed on the mathematical description of the processes occurring in developing systems and objects. Its main elements and comparison with other methodologies are given.

Key words: mathematical models, hydrological processes, forecasting, instability, evolution.

## Роль геоинформационных систем в образовательном процессе специалиста гидрометеорологии

**В.А. Голосовская \*, Н.В. Лагай \*\*, Д.И. Исаев\*\*\***

\* РГГМУ, г. Санкт-Петербург, [golosovskayav@list.ru](mailto:golosovskayav@list.ru)

\*\* РГГМУ, г. Санкт-Петербург, [lagay@mail.ru](mailto:lagay@mail.ru)

\*\*\* РГГМУ, г. Санкт-Петербург, [dii2006@yandex.ru](mailto:dii2006@yandex.ru)

**Аннотация.** Работа посвящена обоснованию внедрения геоинформационных технологий в учебную программу студентов гидрометеорологии выявлению роли данной дисциплины в учебном процессе, показана взаимосвязь с другими науками о Земле. Отсутствие полноценного курса по ГИС системам серьезное упущение в процессе формирования современного специалиста. Внедрение полноценного курса в комплексе с науками о Земле, на базе курса картографии позволит повысить уровень образования и качества выпускаемых специалистов.

**Введение.** Основной целью введения курса геоинформационные системы для студентов гидрометеорологии является повышение качества образования. Внедрение данной дисциплины позволит выпускать специалистов, владеющих современными “инструментами” работы. Повысит интерес к научной деятельности. Образование в области ГИС-технологий позволит будущим специалистам овладеть методами картографирования различных элементов природных объектов, осуществления экспертизы и мониторинга природных явлений, а также подготовки данных для цифровой обработки результатов наблюдений и измерений, необходимых для решения гидрометеорологических задач.

Геоинформационные системы (ГИС) - автоматизированные системы, основными задачами которых являются сбор, хранение, интеграция, анализ и графическая интерпретация пространственно-временных данных, и связанной с ними атрибутивной информации.

С помощью ГИС можно собрать воедино разобленную информацию о многих сферах человеческой деятельности: загрязнение территории, сокращение лесных угодий, природные катастрофы, основные гидрологические процессы и явления, например, мониторинг паводковой обстановки территории, а также экологических факторах и статистических данных, отражающих степень влияния одного на другое.

Почему для специалистов гидрометеорологии важно знание ГИС, а не САПР например. Принципиальное отличие в том, что ГИС технологии позволяют визуализировать и анализировать огромное количество пространственных и статистических данных, в то время как САПР представляет эту информацию только графически. Слоистость системы позволяет анализировать и выводить только те данные, которые необходимы в данный момент, для данной задачи, при этом сохраняя остальную информацию. Для специалистов гидрометеорологии тематическими слоями могут быть, в частности, характеристики гидрографической сети территории, параметры водного режима водотоков, зоны затопления и опасных гидрологических явлений. Широкое распространение получили различные экологические карты, созданные на основе ГИС-технологий. На этих картах могут быть показаны источники загрязнения различных элементов окружающей среды и последствия их воздействия, планируемые и осуществляемые мероприятия по восстановлению природных комплексов и их отдельных элементов и другие характеристики окружающей среды.

Знание ГИС позволит расширить аналитический и математический аппарат специалиста, даст возможность создавать закрытые ГИС для конкретного изучаемого объекта, с учетом всех его особенностей.

Необходимым условием для полноценного включения ГИС в образовательный процесс является накопленная база знаний по таким дисциплинам как картография, топография, геодезия, а также навыки геодезических измерений на местности, построение топографических планов по этим измерениям с использованием методов картографии, знание условных топографических знаков и умение пользоваться справочной литературой. Также к моменту освоения дисциплины,

связанной с ГИС, студент должен иметь представление о фотограмметрии, аэрофотогеодезических методах съемок, методах дистанционного зондирования, а так же глобальных спутниковых системах. Такой комплекс знаний позволит успешно осваивать и применять геоинформационные технологии в дальнейшем курсе обучения.

Понимание сути предмета позволит студенту, а затем и специалисту правильно ставить задачи, связанные с геоинформационными технологиями, собирать и анализировать данные в этих системах.

Классическое строение Геоинформационной системы:

1. Система ввода;
2. Система управления данными;
3. Система визуализации;
4. Обработка и анализ;
5. Система вывода;

Из приведенного выше списка, наибольший интерес для специалистов и инженеров представляют система визуализации (представлена таблицами с данными, схемами, картами и т.д.), система обработки и анализа (позволяет оперировать внесенными данными и анализировать их различными методами) и система вывода (представление результатов работы, в том или ином виде). Таким образом, специалист, создающий и работающий с той или иной ГИС, должен понимать конечный результат работы.

Основой любой ГИС является картографическая основа, например, оцифрованные картографические материалы или цифровые модели местности, созданные по результатам топографо-геодезических измерений.

Источниками данных для ГИС служат данные дистанционного зондирования, материалы аэрофотосъемок, данные геодезических измерений, статистические данные, например, данные с гидрометеорологических постов, экологические ежегодники, а также литературные источники (справочники, монографии, периодические издания и т. п.). В ГИС используется комбинация всех типов данных, с точки зрения обучения это формирует навык работы с различными источниками информации. Умение работать с литературой, анализировать и комбинировать данные это тот навык, который в дальнейшем поможет будущим специалистам в дальнейшей работе.

Внедрение ГИС в учебный процесс позволит развить у специалиста навыки оценивать социально-экологический потенциал территории, делать прогнозы, создавать ГИС необходимые для решения разнообразных научных и народнохозяйственных задач.

Использование ГИС-технологий является необходимым инструментом решения проблем интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР), ключевыми из которых являются обеспечение водой населения, защита жизненно важных экосистем.

Создание многослойных карт позволит решить многие из поставленных в ИУВР задач, таких как:

- учет всех возможных источников воды, рациональное использование водных ресурсов,
- проведение гидрологических границ вне зависимости от местоположения водопользователя,
- четкий учет водопотребления и водоотведения путем развития гидрометрии,
- единое планирование использования поверхностных и подземных вод с учетом утилизации возвратного стока,
- разработка Бассейновых программ управления водными ресурсами для каждого речного бассейна,
- развитие системы мониторинга водных объектов и земельных ресурсов,
- создание базовой основы для внедрения единой информационно-аналитической системы,
- улучшения процессов обмена и доступа к информации в области использования и охраны водных ресурсов

— разработка плана мероприятий по улучшению системы мониторинга водных объектов и водохозяйственных сооружений на местном уровне.

В конечном счете, специалисты гидрометеорологии смогут на достойном уровне участвовать в деле совершенствования системы управления водными ресурсами, повышения эффективности водопользования, совершенствования системы управления водными ресурсами и повышения эффективности водопользования и природопользования в целом.

### **The role of geoinformation systems in the educational process of a hydrometeorologist**

**V.A. Golosovskaya\*, N.V. Lagay \*\*, D.I. Isaev\*\*\***

*\*RSHU, St. Petersburg, golosovskayav@list.ru*

*\*\*RSHU, St. Petersburg, lagay@mail.ru*

*\*\*\*RSHU, St. Petersburg, dii2006@yandex.ru*

## **Инновационный потенциал развития прибрежных территорий Крыма в рамках реализации стратегии устойчивого развития**

**Горбунов Р.В.<sup>1</sup>, Андреев Т.И.<sup>1</sup>, Корнийчук Ю.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *ФИЦ ИнБЮМ, Севастополь, Россия, e-mail: gorbunov@ibss-ras.ru*

Аннотация. Обосновывается перспективность создания на территории Крыма морского кластера. Предлагается формирование на базе ФИЦ ИнБЮМ научной платформы для разработки концепции создания морского кластера и площадки для эффективного взаимодействия между его участниками.

Ключевые слова: Крым, устойчивое развитие, морские кластеры, «синий рост».

Одним из основных условий устойчивого развития Крымского полуострова является эффективная эксплуатация ресурсного потенциала прибрежных территорий и акваторий, обеспечивающая сохранность их ресурсов или возобновляемость их в будущем. Однако, часто возникает острый конфликт между стремлением немедленно использовать ресурсы и необходимостью обеспечить их долгосрочный резерв. Положительную роль в разрешении таких конфликтов в рамках реализации стратегии устойчивого развития, на наш взгляд, может сыграть кластерный подход, успешно используемый во многих странах для построения эффективной территориальной социально-экономической политики, направленной на сохранение окружающей среды.

Принятые в Российской Федерации принципы организации кластерного подхода отражены в Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ (1) и Прогнозе долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2030 года (2). В Прогнозе представлены различные виды кластеров (инновационный, туристско-рекреационный, металлургический, судостроительный, вычислительный, энергосырьевой, лесопромышленный, автомобильный, авиастроительный и т.д.) при этом морской кластер не выделен. Возникает противоречие: с одной стороны, Россия имеет наибольшую по протяженности в мире береговую линию, с другой – отсутствует законодательно закрепленное понятие морского кластера и, как результат, не сформирована стратегия его развития.

Нужно отметить, что во многих ведущих странах мира морские кластеры уже показали свою эффективность. Самый известный трансграничный морской кластер – Европейская сеть морских кластеров, объединяющая морские кластерные организации Бельгии Дании, Финляндии, Франции, Германии, Италии, Нидерландов, Норвегии, Польши, Испании, Швеции, Великобритании, Болгарии.

Ядром морского кластера, как правило, выступает портово-логистический комплекс, включающий в себя морской транспорт, морские работы и услуги, судостроение и судоремонт и т.п. Кроме того, в морской кластер могут входить различные предприятия и организации независимо от форм собственности, деятельность которых связана с использованием биоресурсоморских акваторий и прибрежных зон (рыболовного промысла, предприятия аквакультуры, берегового и круизного туризма, морских видов спорта и т.д.), образовательные учреждения, готовящие специалистов в сфере морских наук. Обязательными участниками кластера являются органы власти, которые обеспечивают правовое регулирование различных видов деятельности, а также научно-исследовательские институты, осуществляющие научно-инновационное сопровождение деятельности предприятий и организаций, решая прикладные задачи по эффективному и безопасному применению различных технологий с точки зрения их негативного влияния на окружающую среду.

Практически каждый из перечисленных видов деятельности реализуемый в рамках морского кластера сам по себе является источником риска для экологической безопасности и сохранения биоразнообразия. В этой связи крайне важно определить баланс между социально-экономическими составляющими и экологическими приоритетами.

Исходя из изложенного, предлагаем рассмотреть Крым как регион по созданию и развитию морского кластера. С перспективой перехода к «синей экономике» как фактора обеспечения устойчивого развития морских акваторий и прибрежных зон Крымского полуострова, а также с целью реализации стратегии «синего роста», направленной на эффективное использование экономического потенциала указанных территорий для обеспечения социально-экономического развития Крыма.

Береговая линия Крымского полуострова превышает 914 км — это сложный комплекс, включающий географическую, экологическую, экономическую и социальную подсистемы.

В ядро предлагаемого морского кластера могут войти расположенные на территории Крыма порты (Керченский, Ялтинский, Феодосийский, Евпаторийский и Севастопольский), шесть функционирующих основных судоремонтных заводов и множество небольших предприятий по ремонту судов. Экологические риски деятельности перечисленных предприятий являются общими для большинства из них, однако в каждом конкретном случае добавляются специфичные из-за гидрологических и геологических особенностей, наличия редких видов флоры и фауны, набора оказываемых услуг и других факторов. В связи с чем, важным шагом в направлении достижения баланса между экономическими и экологическими приоритетами должны стать глубокая научная оценка и мониторинг экологического состояния акваторий и территорий, на которых расположены предприятия.

В состав морского кластера Крыма должны войти все аквакультурные хозяйства. На сегодняшний день в Крыму деятельность в области аквакультуры осуществляют 45 фермерских хозяйств, из них 32 занимаются выращиванием пресноводных видов рыб, 13 – разведением мидий и устриц. Нужно отметить, что аквакультурные хозяйства сами являются фактором риска химического (включая лекарственные средства) и биологического загрязнения среды, при этом их функционирование невозможно на антропогенно загруженных территориях.

Особый риск по загрязнению акваторий связан с попаданием в морскую среду нефти и нефтепродуктов при их добыче и транспортировке. На территории Крыма разведано 12 малых нефтяных месторождений, 4 из них — в разработке. Нефтяные загрязнения катастрофически влияют на морские экосистемы и являются препятствием для развития аквакультуры и туризма в береговой зоне.

Создание морского кластера на территории полуострова Крым позволит координировать планы развития различных видов деятельности, связанных как технологически, так и пространственно при использовании единой прибрежной зоны.

ФИЦ ИнБЮМ может и, по нашему глубокому убеждению, должен стать научной платформой для разработки концепции создания морского кластера на территории Крымского полуострова и площадкой по координированию интересов его участников.

#### Литература

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р (ред. от 08.08.2009) // <http://www.consultant.ru>.
2. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года (разработан Минэкономразвития) // <http://www.economy.gov.ru>

## **Innovative potential for the development of coastal territories of Crimea as part of implementation of the sustainable development strategy**

**Gorbunov R.V.<sup>1</sup>, Andreenko T.I.<sup>1</sup>, Kornychuk Yu.M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS,  
e-mail gorbunov@ibss-ras.ru*

Abstract. The prospect of marine clusters creating in the coastal zone of the Crimea is substantiated. It is proposed to form a scientific platform on the IBSS base to develop the concept of creating a marine clusters and to ofganize effective interaction of its participants.

Key words: Crimea, sustainable development, marine clusters, Blue Grows.

## Анализ гидроклиматических характеристик рек бассейна Северной Двины

Горошкова Н.И.<sup>1</sup>, Георгиевский Д.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – ФГБУ «Государственный гидрологический институт», Санкт-Петербург, Россия,  
goroshnat@yandex.ru

<sup>2</sup> – ФГБУ «Государственный гидрологический институт», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Проведен сравнительный анализ характеристик речного стока, ледового режима и метеорологических показателей в бассейне Северной Двины за современный период (1980-2016 гг.) по отношению к базовому периоду (1950-1979 гг.).

Ключевые слова: весеннее половодье, зимний сток, снегозапасы, слои стока

Из всех видов стихийных бедствий первое место по суммарному среднегодовому ущербу занимают наводнения. Во всем мире, включая Россию, наблюдается тенденция значительного роста ущерба от этого вида бедствия. Поэтому усовершенствование методологии прогнозов наводнений различного генезиса, в том числе и заторных, является одной из важнейших проблем современной гидрологии.

Многообразие факторов и влияние местных условий на процесс заторообразования не позволяют составить единую для обширных территорий методику прогноза и при этом, почти на всех больших и средних реках Европейского севера наивысшим уровнем является заторный.

Являясь неотъемлемой составной частью процессов замерзания и вскрытия рек севера Европейской России, и наблюдающиеся почти ежегодно зажоры и заторы нередко приводят к катастрофическим наводнениям, приносящих значительный материальный ущерб.

Достаточными условиями для образования мощных скоплений льда в период вскрытия является: большой объем льда в речных руслах; направление течения и процесс развития волны весеннего половодья; значительные скорости течения воды (от 0,6 м/с и более); множество русловых препятствий для движения льдин.

Мощными заторами на всем своем протяжении, а также в дельте, известна одна из наиболее крупных рек европейского севера - Северная Двина. На реках ее бассейна отмечено 114 заторных участков, на 60 проводятся либо проводились гидрологические наблюдения. Повторяемость заторов для отдельных участков достигает 86%.

Изменение климата неизбежно приводит к изменениям в водном и, конечно, ледовом режимах рек. Вследствие изменений значимости вкладов осенних и весенних факторов в прогнозные зависимости возникает необходимость усовершенствования методик прогноза заторных наводнений и мониторинга этого опасного природного явления. Поэтому в ГГИ была создана электронная база данных по 30 створам, приуроченных к затороопасным участкам Северной Двины, включающая полный объем необходимой для прогноза и мониторинга информации.

Происходящие климатические изменения связаны с ростом средней годовой и особенно зимней температуры воздуха, который начался с 70-х годов прошлого века. Отклонение от нормы средних температур за октябрь-февраль в эти годы в сторону повышения составило от 0,2 до 2,5°. При изменении климата в сторону потепления уменьшилась глубина промерзания почв и продолжительность существования промерзшего слоя, возросло количество зимних оттепелей, увеличился зимний сток рек. Хотя зимние осадки возросли, но увеличения стока весеннего половодья не произошло, по вышеуказанным причинам. Потепление климата сказалось и на условиях формирования зажоров и заторов льда. Смещение сроков появления льда и начала ледостава к более поздним приводит к образованию большого количества внутриводного льда, т.е. увеличению продолжительности и мощности зажоров, и, хотя высота ледяного покрова уменьшилась, вероятность образования заторов не снизилась. Сопутствующие им наводнения, остаются большой проблемой, как для гидрологов, так и для административно - хозяйственных органов в бассейне Северной Двины.

Потепление происходит в каждом из сезонов (месяцев) года. Наиболее ярко оно выражено зимой и весной, особенно в марте. Анализ данных по осадкам показал увеличение зимних осадков с сентября по март.

Анализируя обобщённые изменения по температуре воздуха, количеству холодных дней в месяце и осадкам можно констатировать, что зимний период в исследуемом бассейне становится: теплее; короче; количество зимних осадков увеличивается. Однако, частые зимние оттепели, приводят к уменьшению снеготпасов к началу весеннего половодья.

Изменения в температурном и влажностном режиме привели к перераспределению стока внутри года, а именно уменьшению величин максимальных расходов и слоев весеннего половодья и увеличению доли зимнего стока.

Создание современных баз данных гидрологических характеристик в электронном варианте необходимо для оперативных решений прогностических задач, включающего сочетание их с климатическими сценариями, помощью административным органам в принятии решений в случае возникновения чрезвычайных ситуаций при прохождении весенних половодий и дождевых паводков, в ходе которых могут затопливаться обширные территории и наноситься огромный материальный ущерб.

### Литература

1. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М., 2008. Том 1. Изменения климата. – 228 с., Том II. Последствия изменений климата. – 288 с.
2. Гинзбург Б.М., Солдатова И.И. Многолетняя изменчивость сроков ледовых явлений на реках как индикатор колебаний климата переходных сезонов. Метеорология и гидрология. 1997. №11. С.99-107.
3. Отчет ФГБУ “ГГИ” «Разработать геоинформационную систему мониторинга гидрологического режима р. Северная Двина в зимне-весенний период для оценки вероятности возникновения опасных заторных наводнений». СПб.: ФГБУ “ГГИ”, 2019, 113 с.
4. Горошкова Н.И. Георгиевский М.В., Полякова В.с. Голованов О.Ф., Георгиевский Д.В, Экстремальное заторное наводнение весной 2016 г. на р. Сухоне у г. Великий Устюг (формирования, прогноз, последствия). Метеорология и гидрология № 2, 2018, с. 108-114.
5. Harris I., Jones P.D., Osborn T.J., Lister D.H. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations - the CRU TS3.10 Dataset // International Journal of Climatology. 2014. 34.P. 623-642. doi:10.1002/joc.3711.

## Analysis of the hydroclimatic characteristics of the rivers of the Northern Dvina basin

**Goroshkova N.I.<sup>1</sup>, Georgievskiy D.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – State hydrological institute, Saint-Petersburg, Russia, goroshnat@yandex.ru

<sup>2</sup> – State hydrological institute, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. A comparative analysis of the characteristics of river runoff, ice regime and meteorological indicators in the Northern Dvina basin for the modern period (1980-2016) with respect to the base period (1950-1979) is carried out.

Key words: spring flood, winter runoff, snow reserves, runoff layers.

## Разномасштабная изменчивость уровней воды Ладожского озера

Давыденко Е.В.<sup>1</sup>, Мякишева Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, [davydenko091@gmail.com](mailto:davydenko091@gmail.com)

<sup>2</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Приводятся результаты анализа многолетней изменчивости увлажненности территории бассейна Ладожского озера. Исследована структура временного ряда уровней воды Ладожского озера за период инструментальных наблюдений с 1881 по 2017 гг. Выполнен спектральный анализ ряда средних годовых значений уровня воды в озере. Проведён анализ ритмики годовой цикличности уровня воды в Ладожском озере методом теории периодически коррелированных случайных процессов (ПКСП).

Ключевые слова: уровенный режим, спектральный анализ, цикличность, Ладожское озеро, индекс Де-Мартона, теория периодически коррелированных случайных процессов.

Ладожское озеро – уникальный пресноводный водоём в Европе, крупнейшее озеро Карелии и Ленинградской области и третье озеро России по площади водного зеркала. Площадь Ладожского озера с островами 18,3 тыс. км<sup>2</sup>, водной поверхности 17,9 тыс. км<sup>2</sup>. [1]. Его уровенный режим является интегральным показателем увлажненности и изменений климата на обширной территории.

Главной причиной колебаний уровня воды Ладожского озер является изменение климата. В качестве одного из индикаторов изменения климата в атлантико-европейском секторе северного полушария является динамика воздушных масс, которая создаёт своеобразный режим тепла и влаги [2,3,4,5,6].

Вся система Ладожского озера была разделена на частные бассейны: Волхов – до Волховской ГЭС (район I), Свирь – до Верхне-Свирской ГЭС (район II), Вуокса – до Тайнионкской ГЭС (район –III), само озеро и прилегающая к нему территория (район IV), как это сделано в работе [7].

Для характеристики многолетней изменчивости увлажненности были рассчитаны временные ряды индексов Де-Мартона  $\alpha^M$  в период с 1960 по 2018 г. для выделенных частных бассейнов. В результате чего были выявлены отрицательные тренды, что свидетельствует об уменьшении увлажненности территорий частных озёрных бассейнов, выделенных ранее.

Для анализа многолетней изменчивости уровня использовались данные о средних годовых значениях уровня воды  $H(t)$  и последовательности ежегодных средних значений уровней  $H_i(t)$  (где  $i = 1, \dots, 12$  для всех месяцев года). В программе Statistica 6.0 был проведен спектральный анализ ряда средних годовых уровней Ладожского озера. В результате были установлено наличие хорошо выраженных около 30-летних (при уровне значимости 5%) и 6-летних колебаний (при уровне значимости 10%) уровня воды в озере.

Для анализа ритмики годовой цикличности уровня воды в Ладожском озере использовался метод теории периодически коррелированных случайных процессов (ПКСП). Наличие ритмики годовой цикличности достаточно четко проявляется на фоне долгопериодных (низкочастотных) колебаний Ладожского озера.

Для оценки внутrigодовой изменчивости уровней воды в Ладожском озере были построены корреляционные зависимости  $K(t, T)$  за период инструментальных наблюдений после введения в эксплуатацию Верхне-Свирской ГЭС. Анализ оценок  $K(t, T)$  показывает, что при временном сдвиге  $i = 1$ ,  $K_i(1)$  для всех месяцев года близки к 1,0. Для всех месяцев связи как "вперед", так и "назад" при сдвиге 2-4 мес. затухают, но продолжают флуктуировать в дальнейшем. При сдвиге  $i = 2-4$  мес.,  $K_i(1)$  находятся в области отрицательных значений и остаются значимыми для

весенних и летних месяцев. Корреляционные связи внутри года для колебаний уровня симметричны и однотипны для всех месяцев.

### Литература

1. *Науменко М.А.* Новое определение морфометрических характеристик Ладожского озера // Доклады Академии наук. – 1995. – Т. 345, № 4. – С. 514-517.
2. *Гелета И.Ф., Мякишева Н.В.* Оценка возможности прогнозирования Ладожского озера на отдаленную перспективу // География и современность, 1992, No 6, с. 79-94.
3. *Выручалкина Т.Ю., Филатов Н.Н., Дианский Н.А., Гусев А. В.* О прогнозе многолетних изменений уровня воды крупных озер // Труды Карельского научного центра РАН № 9. 2016 – С. 3-16
4. *Малинин В.Н.* Северо-Атлантическое колебание и увлажнение европейской территории России / С.М. Гордеева/. Общество. Среда. Развитие. изд. Астерион №2, -2014, – с.191-198.
5. *Нестеров Е.С.* Североатлантическое колебание; атмосфера и океан. М. Триада, лтд, - 2013, - 144 с.
6. *Смирнов Н.П.* Североатлантическое колебание и климат./В.Н.Воробьев, С.Д.Качанов/. СПб. Изд. РГГМУ, -1998, -122 с.
7. *Догановский А.М.* Многолетние колебания уровня Ладожского озера // Современные проблемы гидрометеорологии. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006, с. 175–183.
8. *Мякишева Н.В.* Многокритериальная классификация озер [текст] / Н.В. Мякишева. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2009. – 153 с.
9. *Филатов Н.Н.* Влияние изменений климата на экосистемы озер севера европейской территории России. / Л.А.Руховец, Л.Е.Назарова, Л.П.Георгиев, Т.В.Ефремова, Н.И.Пальшин/. Ученые записки РГГМУ, -2014, - №34, - с.48 – 55.
10. *Лемешко Н.А., Сперанская Н.А.* Особенности увлажнения Европейской территории России в условиях изменяющегося климата // Современные проблемы гидрометеорологии. – СПб.: Астерион, 2006, с. 38–54.
11. *Рожков В.А., Трапезников Ю.А.* Вероятностные модели океанологических процессов. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. - 270 с.

### Multi-scale variability of lake Ladoga water levels

**Davydenko E.V.<sup>1</sup>, Myakisheva N.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia,*  
*davydenko091@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

Abstract. The results of the analysis of long-term variability of moisture content in the lake Ladoga basin are presented. The structure of the time series of lake Ladoga water levels for the period of instrumental observations from 1881 to 2017 is studied. A spectral analysis of a number of average annual values of the water level in the lake was performed. The analysis of the rhythmicity of the annual cyclical water level in lake Ladoga is carried out by the method of the theory of periodically correlated random processes (PCRP).

Key words: level mode, spectral analysis, cyclicity, lake Ladoga, De-Marton index, theory of periodically correlated random processes.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, № FSZU-2020-0009 «Исследование физических, химических и биологических процессов в атмосфере и гидросфере в условиях изменения климата и антропогенных воздействий».

## Распределение озер и водохранилищ Республики Узбекистан в разрезе Бассейновых Управлений Ирригационных систем

Дергачёва И.В.<sup>1</sup>, Царёв Б.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Научно-исследовательский Гидрометеорологический институт Узгидромета, Ташкент,  
Узбекистан, *Dergacheva\_iv@mail.ru*

<sup>2</sup> – Научно-исследовательский Гидрометеорологический институт Узгидромета, Ташкент,  
Узбекистан

Аннотация. В статье приводится результат анализа современного территориального распространения озер и водохранилищ Республики Узбекистана в разрезе бассейновых управлений ирригационных систем.

Ключевые слова: озёра, водохранилища, бассейновое управление ирригационных систем, изменение климата.

В настоящее время, в республике Узбекистан функционирует 10 бассейновых управлений ирригационных систем (БУИСов), 1 управление систем магистральных каналов Ферганской долины с объединенным диспетчерским центром, 3 управления магистральных систем, 7 управлений магистральных каналов и 52 управления ирригационных систем. На их территории расположено 56 действующих водохранилищ. Продолжается строительство новых, относительно небольших по размерам водохранилищ. Наибольшее число действующих водохранилищ приходится на территорию Кашкадарьинской области на юге Узбекистана, затем суммарно в областях Ферганской долины.

Водные ресурсы озер характеризуются высокой изменчивостью в распределении по территории, отличаются разнообразием и непостоянством качества вод. В закономерностях распределения озер горной территории в последние годы не произошло существенных изменений, а на равнинной территории Узбекистана произошла коренная перестройка озерной гидрографической сети, вызванная сменой основных источников питания. Значительно сократили свои размеры и исчезли многие озера пойм и дельт Амударьи и Сырдарьи, питаемые речными водами. По периферии орошаемых массивов возникли ирригационно-сбросовые озера, возросло количество озер, питающихся грунтовыми водами. Распределение водоемов по территории и грациям площадей неравномерно.

В современных условиях основным источником питания равнинных озер являются коллекторно-дренажные воды, поэтому возникла необходимость оценки водных ресурсов озер в разрезе Бассейновых Управлений Ирригационных Систем.

В бассейне р. Амударьи и р. Зарафшан обобщение выполнено по следующим БУИСам – Зеравшанское бассейновое управление ирригационных систем, Аму-Кашкадарьинское бассейновое управление ирригационных систем, Аму-Бухарское бассейновое управление ирригационных систем, Аму-Сурхандарьинское бассейновое управление ирригационных систем, Нижнеамударьинское бассейновое управление ирригационных систем. На территории Аму-Сурхандарьинского бассейнового управления ирригационных систем насчитывается 96 водоемов, общей площадью 87,15 км<sup>2</sup>. Самым крупным водоемом в БУИСе является Южн-Сурханское водохранилище. Значительное количество естественных водотоков на территории Аму-Кашкадарьинского бассейнового управления ирригационных систем, благоприятное их расположение предопределило создание ряда водохранилищ для аккумуляции и внутригодового перераспределения стока. Они охватывают большие площади для зон орошения. Площадь водной поверхности водохранилищ оценивается в 142,4 км<sup>2</sup>. Шесть озер, ирригационно-сбросового типа, расположены по периферии орошаемой территории и занимают в сумме площадь в 30,22 км<sup>2</sup>. В границах Аму-Бухарского бассейнового управления ирригационных систем приходится 56 водоемов с общей площадью водной поверхности в 510, 22 км<sup>2</sup>. Самым крупным водоемом является ирригационно-сбросовое озеро Денгизкуль, площадью более 336 км<sup>2</sup>. Основная масса

озер сформирована в естественных понижениях за зоной орошения и питается коллекторно-дренажным стоком с этой территории. В бассейне основной реки Зарафшанского бассейнового управления ирригационных систем Зарафшане имеется три водоема общей площадью 85,9 км<sup>2</sup>. В Нижнеамударьинское бассейновое управление ирригационных систем входит Республика Каракалпакстан и Хорезмский вилоят. На территории Хорезмского вилоята насчитывается 74 водоема, общей площадью водной поверхности в 432,9 км<sup>2</sup>. Самым крупным водоемом этого вилоята является Туямуюнское русловое водохранилище, площадь которого при нормальном подпертом уровне составляет 356 км<sup>2</sup>. Часть озер, расположено по руслу коллектора Озерный, имеют статус трансграничных. На территории Каракалпакстана сосредоточено 256 озер, общей площадью 4388,7 км<sup>2</sup>. Самым крупным водоемом Каракалпакстана, исключая Аральское море, является трансграничное ирригационно-сбросовое озеро Сарыкамыш. Питание практически всех 169 озер, происходит коллекторно-дренажными водами, и относятся эти водоемы к ирригационно-сбросовому типу.

В бассейне р. Сырдарья территория Республики Узбекистан охватывает практически всю низкоргорную часть Ферганской долины, на которой расположены Нарын-Карадарьинское, Нарын-Сырдарьинское и Сырдарья-Сохское бассейновые управления ирригационных систем. На территории Нарын-Карадарьинского бассейнового управления ирригационных систем расположены три водохранилища: Андижанское, Асака-адырское, Атчапарское. Общая площадь водоемов составляет 61,4 км<sup>2</sup>. Наиболее крупным водоемом является трансграничное Андижанское водохранилище. Южную часть Ферганской долины занимает Сырдарья-Сохское бассейновое управление ирригационных систем. Воды рек Исфайрамсай, Шахимардан, Сох, Исфара широко используются для орошения. На территории БУИСа расположены три водоема общей площадью 14,3 км<sup>2</sup>, самым крупным из которых является Каркидонское водохранилище. На севере Ферганской долины расположено Нарын-Сырдарьинское бассейновое управление ирригационных систем. В границах БУИСа расположено 13 водоемов общей площадью 13,4 км<sup>2</sup>, три из которых являются высокогорными озерами. Чирчик-Аханранское бассейновое управление ирригационных систем полностью расположено на территории Ташкентского вилоята. На территории БУИСа насчитывается более 30 водоемов общей площадью 81,9 км<sup>2</sup>. К самым крупным водоемам БУИСа относятся Чарвакское и Туябугузское водохранилища. На территории Нижнесырдарьинского бассейнового управления ирригационных систем находится 9 водоемов общей площадью 13,4 км<sup>2</sup> Сырдарьинского вилоята и 5 водоемов общей площадью 2682,4 км<sup>2</sup> Джизакского вилоята, причем подавляющая площадь водной поверхности приходится на озеро Айдаркуль.

### Литература

1. Водохранилища, чрезвычайные ситуации и проблемы устойчивости/Под ред У.Умарова и Х.А. Тойчиева. Ташкент: ЦНИТ РУз. –2004. –228 с.
2. Дергачёва И.В Применение Гис-анализа для выявления морфологических изменений в озере. «Мухофаза+», №8, Ташкент, -2017. С. 17-21.
3. Чуб В.Е., Мягков С.В., Дергачёва И.В., Тилляходжаева З.Д. Водные ресурсы Амударьи в условиях изменения климата. «Изменение климата, причины, последствия и меры реагирования», Бюллетень №10, Ташкент,- 2016.

## **Distribution of lakes and reservoirs of the Republic of Uzbekistan in the context of Basin Management of Irrigation Systems**

**Dergacheva I.<sup>1</sup>, Tcarev B.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Scientific Research Hydrometeorological Institute of Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan,  
Dergacheva\_iv@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Scientific Research Hydrometeorological Institute of Uzhydromet, Tashkent, Uzbekistan*

Abstract. The article describes the current state of lakes and reservoirs of the Republic of Uzbekistan, provides the result of the analysis of their territorial distribution in the context of basin administrations of irrigation systems in Uzbekistan.

Key words: lakes, reservoirs, basin management of irrigation systems, climate change.

## Система морских оперативных и ретроспективных расчетов гидрометеорологических характеристик и параметров морского льда для западных морей российской Арктики

Дианский Н.А.<sup>1,2,3,\*</sup>, Фомин В.В.<sup>2,3</sup>, Панасенкова И.И.<sup>2</sup>, Кабатченко И.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup> – Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова, Росгидромет, Москва, Россия

<sup>3</sup> – Институт вычислительной математики им. Г. И. Марчука РАН, Москва, Россия

\*E-mail: nikolay.diansky@gmail.com

Аннотация. В работе представлена Система Морских Ретроспективных расчетов и Прогнозов гидрометеорологических, волновых и ледовых характеристик, реализованная в Государственном океанографическом институте имени Н.Н.Зубова.

Ключевые слова: морская циркуляция, ретроспективные расчеты, оперативное моделирование, Арктика.

Для решения научных и практических задач в морях РФ в Государственном океанографическом институте имени Н.Н. Зубова с использованием современных численных моделей реализована комплексная Система Морских Ретроспективных расчетов и Прогнозов (СМРП) гидрометеорологических характеристик. Основными компонентами СМРП для акватории западных морей российской Арктики (Баренцево, Белое, Печорское и Карское) являются российская модель морской циркуляции INMOM (Institute of Numerical Mathematics Ocean Model) с пространственным разрешением  $\sim 2.5$  км и с включённой в неё моделью динамики-термодинамики льда, региональная негидростатическая атмосферная модель WRF (Weather Research and Forecasting Model) с пространственным разрешением  $\sim 10$  км и модель ветрового волнения PAVM (Российская атмосферно-волновая модель) также с пространственным разрешением  $\sim 10$  км.

В СМРП реализована возможность замены отдельных региональных моделей на другие модели, например, в качестве атмосферного воздействия может использоваться атмосферный форсинг из региональной модели атмосферы ГМЦ РФ COSMO-RU, а для расчёта параметров морского льда – модель CICE. Вместо волновой модели PAVM могут использоваться такие модели ветрового волнения, как SWAN (Simulating WAVes Nearshore) или WAVEWATCH III, адаптированные к условиям рассматриваемой акватории. Использование в СМРП региональных моделей атмосферы и морской гидротермодинамики, ветрового волнения, динамики и термодинамики льда позволяет получать практически полный набор гидрометеорологических характеристик, представляющих как научный, так и практический интерес.

СМРП позволяет проводить как ретроспективные расчёты, так и предоставлять оперативные анализы и прогнозы гидрометеорологических условий в исследуемой акватории. Представленная система рекомендована Центральной методической комиссией по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам (ЦМКП) Росгидромета РФ к оперативному использованию и в настоящее время работает в опытном оперативном режиме для акватории западных морей Российской Арктики. Заблаговременность прогноза составляет 72 часа, начальные поля для модели морской циркуляции, необходимые на момент запуска прогноза, рассчитываются в режиме диагноза за 24 часа, предшествующие прогнозу, с использованием данных прогноза, выполненных ранее, данных анализа метеорологических характеристик, восстанавливаемых с использованием расчетов по модели WRF и спутниковых данных, усваиваемых в моделях. Подробное описание работы СМРП в оперативном режиме приведено в работе [1].

Система работает в ретроспективном режиме и позволяет рассчитывать гидрометеорологические характеристики за длительные периоды времени. Эта методология

позволяет решать задачу определения региональных оперативных и экстремальных гидрометеорологических, ветроволновых и ледовых характеристик даже при отсутствии долговременных рядов наблюдений. Полученные характеристики могут быть использованы для расчёта нагрузок на сооружения и расчёта экстремальных гидрометеорологических параметров, необходимых при проектировании гидротехнических сооружений.

Результаты работы системы в ретроспективном режиме представлены в работе [2]. С помощью СМРП воспроизведены гидрометеорологические характеристики в период одного из наиболее сильных за последние полвека шторма в Баренцевом море, вызванного прохождением интенсивного полярного циклона (ПЦ) в начале января 1975 г. Исследование отклика Баренцева моря на прохождение этого ПЦ, который вызвал сильные изменения в динамике и термодинамике верхнего слоя моря, показало, что ПЦ может привести к повышению температуры поверхности моря (ТПМ) более чем на  $1^{\circ}\text{C}$ . Дополнительно был проведен анализ реакции верхнего слоя БМ на прохождение ПЦ за более современный период 2013-2014 г. Показано, что в большинстве рассмотренных случаев наличие интенсивных ПЦ на акватории БМ приводит к положительным аномалиям ТПМ особенно в холодный период (ноябрь-апрель) с амплитудами от нескольких десятых градуса до  $\sim 1^{\circ}\text{C}$ . Положительные аномалии ТПМ в основном связаны с тем, что в холодный период для БМ характерна инверсия температуры по глубине, на фоне которой за счет индуцированного циклоном апвеллинга и турбулентного перемешивания происходит подъём более теплых атлантических вод из термоклина в верхний перемешанный слой.

Проведенная верификация СМРП показала ее достаточные для практического применения точность и быстродействие. Разработанная система позволяет воспроизводить циркуляцию западных морей российской Арктики, в том числе воспроизводить сезонную и межгодовую изменчивость гидрометеорологических характеристик, их среднеклиматические и экстремальные значения. Функционирование СМРП в оперативном режиме дает возможность обеспечения и планирования морской деятельности, а также предупреждения об опасных явлениях. Результаты работы СМРП уже использовались и используются для решения научно-практических задач Росгидромета, в исследовательских целях в проектах РФФ, РФФИ, РГО, а также для решения и других практических задач.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант № 17-77-30001 (описание СМРП, реализация совместной модели INMOM-SICE) и РФФИ № 18-05-60111-Арктика.

#### Литература

1. Дианский Н.А., Панасенкова И.И., Фомин В.В., Гусев А.В., Кабатченко И.М. Система оперативных и ретроспективных расчетов гидрометеорологических параметров и морского льда для западных морей российской Арктики // Морские информационно-управляющие системы. 2020. Т. 17. № 1. С. 44-51.

2. Дианский Н. А., Панасенкова И. И., Фомин В. В. Исследование отклика верхнего слоя Баренцева моря на прохождение интенсивного полярного циклона в начале января 1975 года // Морской гидрофизический журнал. 2019. Т. 35, № 6. С. 530–548. DOI:10.22449/0233-7584-2019-6-530-548.

## **Hindcast and operational forecasting system of hydrometeorological characteristics and sea ice for the Western Seas of the Russian Arctic**

**Diansky N.A.<sup>1,2,3\*</sup>, Fomin V.V.<sup>2,3</sup>, Panasenkova I.I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

<sup>2</sup> – *N.N.Zubov's State Oceanographic Institute, Roshydromet*

<sup>3</sup> – *Marchuk Institute of Numerical Mathematics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*\*E-mail: nikolay.diansky@gmail.com*

Abstract. The paper presents Marine Hindcast and Forecast System of hydrometeorological and ice characteristics implemented in N.N. Zubov's State Oceanographic Institute.

Keywords: marine circulation, hindcast, operational modeling, Arctic.

## Влияние климатических изменений на водность навигационного периода Северной Двины

Дрегваль М.С.<sup>1</sup>, Сикан А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, msdregval@mail.ru*

Аннотация. Выполнен анализ изменений годовых сумм осадков и среднегодовой температуры воздуха в бассейне Северной Двины. Показано влияние изменений климата на внутригодовое распределение стока. Дана оценка водности реки в период навигации.

Ключевые слова: река Северная Двина; изменение климата; внутригодовое распределение стока, навигационный период.

## The influence of climatic changes on the water content of the navigation period of the Northern Dvina

Дрегваль М.С.<sup>1</sup>, Sikan A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, msdregval@mail.ru*

Abstract. The analysis of changes in annual precipitation amounts and average annual air temperature in the Northern Dvina basin is carried out. The influence of climate changes on the distribution of runoff within a year is shown. An assessment of the water content of the river during the navigation period is given.

Keywords: Northern Dvina river; changing of the climate; intra-annual flow distribution, navigation period.

Северная Двина является составной частью Северо-Двинской водной системы, которая соединяет бассейн Волги с Северной Двиной [1]. По Северной Двине и ее притокам доставляют топливо и грузы в населенные пункты, для которых водный путь – единственно возможный. В устье Северной Двины находится морской порт Архангельск, который является одним из главных пунктов Северного морского пути.

Хотя Северная Двина судоходна на всём протяжении, для нормальной работы судоходного транспорта требуются постоянные работы по дноуглублению. Однако в последние десятилетия из-за недофинансирования объем дноуглубительных работ сократился, река стала возвращаться в естественное состояние [2]. В результате снизились габаритные стандарты и, соответственно, объемы перевозок грузов и пассажиров. В этих условиях, необходимо четко представлять – какое влияние на водный режим реки оказывает глобальное потепление.

В настоящей работе для оценки климатических изменений были использованы данные по четырем метеорологическим станциям, расположенным в бассейне Северной Двины: МС Архангельск, МС Котлас и МС Великий Устюг, МС Тотьма. Установлено, что в рядах среднегодовых температур воздуха и сумм годовых осадков прослеживается значимый тренд на повышение. Как показал анализ интегральных кривых, заметное увеличение температуры и осадков началось в начале 90-х годов XX века. В таблице 1 представлены средние значения исследуемых метеорологических показателей за период с начала наблюдений по 1990 год и за период с 1991 по 2014 г. Как видно из таблицы, среднегодовая температура воздуха на всей территории бассейна Северной Двины повысилась за последние 25 лет на 0,9 °С.

В тоже время прирост осадков в бассейне распределен неравномерно. Наибольшие приращения осадков наблюдаются в северной и восточной частях бассейна (на 11-14%), наименьшие – на юго-западе. На метеостанции Тотьма, расположенной в бассейне реки Сухоны, тренд в осадках вообще не выражен.

Таблица 1 – Средние значения метеорологических показателей в бассейне Северной Двины

| Метеорологическая станция | Средняя годовая температура воздуха, $t$ °C |           | $\Delta t$ , °C | Средняя сумма годовых осадков, $X$ мм |           | $\Delta X$ , % |
|---------------------------|---|-----------|-----------------|---------------------------------------|-----------|----------------|
|                           | 1950-1990                                   | 1991-2014 |                 | 1966-1990                             | 1991-2014 |                |
| Архангельск               | 0,76  | 1,62      | 0,9             | 545                                   | 620       | +14            |
| Котлас                    | 1,38  | 2,24      | 0,9             | 529                                   | 589       | +11            |
| Великий Устюг             | 1,43  | 2,35      | 0,9             | 518                                   | 561       | +8             |
| Тотьма                    | 1,73  | 2,77      | 1,0             | 631                                   | 604       | -4             |

Для анализа влияния климата на водный режим реки Северной Двины были использованы данные о среднегодовых и среднемесечных расходах воды по 3 гидрологическим постам за период с 1950 по 2014 г. Проверка показала, что ряды среднегодовых расходов воды по всем постам являются однородными и стационарными. Поэтому была поставлена задача – оценить влияние изменений климата на внутригодовое распределение стока.

Для каждого поста был выполнен расчет внутригодового распределения стока за 1950-1990 годы и за 1991-2014 годы. Были назначены следующие границы сезонов и периодов: водохозяйственный год с IV по III; нелимитирующий период с IV по VI (весна); лимитирующий период с VII по III (лето-осень и зима); лимитирующий сезон с VII по X (лето-осень); нелимитирующий сезон с XI по III (зима). При таком разделении на сезоны окончание лимитирующего сезона совпадает с окончанием периода навигации.

В таблице 2 представлены средние расходы воды по сезонам маловодной группы для 3 постов Северной Двины.

Таблица 2 – Средние сезонные расходы воды, полученные по маловодной группе за 1950-1990 гг. (I) и за 1991-2014 гг. (II).

| Пост        | $F$ , км <sup>2</sup> | Средние сезонные расходы воды, м <sup>3</sup> /с |      |            |      |      |      | Приращение среднего сезонного расхода, % |            |      |
|-------------|-----------------------|--|------|------------|------|------|------|--|------------|------|
|             |                       | Весна  |      | Лето-осень |      | Зима |      | Весна                                    | Лето-осень | Зима |
|             |                       | I  | II   | I          | II   | I    | II   |  |            |      |
| Абрамково   | 220000                | 3778   | 4162 | 1155       | 1075 | 625  | 777  | +10                                      | -6,9       | +24  |
| Звоз        | 285000                | 4950   | 5562 | 1605       | 1258 | 840  | 966  | +12                                      | -22        | +15  |
| Усть-Пинега | 348000                | 6346   | 6887 | 1916       | 1705 | 1063 | 1288 | +8,5                                     | -11        | +21  |

Как видно из таблицы, изменение климата в бассейне Северной Двины привело к некоторой перестройке внутригодового распределения стока. На всех постах прослеживается небольшое повышение весеннего стока и снижение стока за летне-осенний сезон, но наиболее заметные изменения претерпел зимний сток, который повысился в среднем на 20%.

Таким образом, изменения климата не оказало положительного влияния на гидрологические характеристики навигационного периода – сток за наиболее маловодные месяцы навигации не повысился, а напротив – наметилась тенденция к его снижению. Потому задача дноуглубительных работ на речных фарватерах Северной Двины становится еще более актуальной.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, № FSZU-2020-0009 «Исследование физических, химических и биологических процессов в атмосфере и гидросфере в условиях изменения климата и антропогенных воздействий».

#### Литература

1. Северо-Двинская система (Северо-Двинский водный путь) [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.locman.net/page\\_575.htm](https://www.locman.net/page_575.htm) (дата обращения: 14.08.2020).
2. Рулёва С.Н., Чалов Р.С. [Электронный ресурс]: Северная Двина. – URL: <https://waterf.ru/a88> (дата обращения: 14.08.2020).

## Новый упрощенный способ вычисления интегралов с алгебраическими особенностями квадратурных формул необходимых для решения линейных интегральных уравнений Фредгольма второго рода, получаемых в теории фильтрации

А. Д. Егоров<sup>1</sup>, Н.Г.Петров<sup>2</sup>, И. А. Потапова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, [potapovaira@yandex.ru](mailto:potapovaira@yandex.ru), [aleksandr-egorov@rambler.ru](mailto:aleksandr-egorov@rambler.ru)

<sup>2</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург, Россия, [nikola.grig.petrov@yandex.ru](mailto:nikola.grig.petrov@yandex.ru)

Аннотация. В статье рассматривается применение разработанного упрощенного метода вычисления интегралов с алгебраическими особенностями для случая плоской установившейся фильтрации в основании плоского флюбета сложенного из двух разнородных горизонтальных слоев подстилаемых водоупором с горизонтальной кровлей, для подземного контура недренированной бетонной пластины имеющей любую форму, для функции тока на границе слоев основания.

Ключевые слова: интеграл с алгебраической особенностью, алгебраической особенностью, подынтегральная функция, линейное интегральное уравнение Фредгольма второго рода.

В работе [1] было найдено решение для случая плоской установившейся фильтрации в основании плоского флюбета сложенного из двух разнородных горизонтальных слоев подстилаемых водоупором с горизонтальной кровлей.

При решении этой задачи в качестве неизвестной функции принята вертикальная составляющая скорости фильтрации на границе слоев основания. В ходе решения получено линейное интегральное уравнение Фредгольма второго рода. В составе правой части уравнения и ядра имеет место интеграл алгебраическими особенностями.

В работе [2] рассмотрен более общий случай, по сравнению с указанным выше, когда подземный контур недренированной бетонной пластины имеет любую форму. В качестве неизвестной функции принимается одна из предельных значений потенциала скорости фильтрации на границе слоев основания. Для случая, когда нижний слой основания не ограничен по мощности, получено линейное интегральное уравнение Фредгольма второго рода. В составе правой части уравнения и ядра имеет место интеграл алгебраическими особенностями.

В работе [3] рассмотрен случай работы Козлова В.С. В качестве неизвестной функции берется функция тока на границе слоев основания. Для более общего случая, чем в работе Козлова В.С., когда нижний слой основания ограничен по мощности, получено линейное интегральное уравнение Фредгольма второго рода. В составе правой части уравнения и ядра так же имеют место интегралы с алгебраическими особенностями.

Для вычисления всех указанных интегралов целесообразно использовать разработанный упрощенный метод вычисления интегралов с алгебраическими особенностями.

В работе [4] указано, что при вычислении однократных определённых интегралов с алгебраической особенностью на одном из концов промежутка интегрирования формулы механических квадратур могут давать большую погрешность вычислений и предлагается метод с использованием значительных преобразований подынтегральной функции. В данной статье получен новый приближённый метод вычисления таких интегралов. Он является более простым, чем метод работы [4] и даёт достаточно высокую точность. Если интегрируемая функция не имеет производных на одном из концов промежутка интегрирования, начиная с некоторого порядка, то предлагается либо использовать квадратурные формулы, не использующие концов промежутка интегрирования (Например, формулы Гаусса, Чебышёва) [5], либо использовать квадратурные формулы, использующие тот конец промежутка интегрирования, на котором интегрируемая функция имеет производные [5]. Если интегрируемая функция не имеет производных на обоих

концах промежутка интегрирования, начиная с некоторого порядка, то предлагается использовать квадратурные формулы, не использующие концы промежутка интегрирования [5].

Для применения метода предлагается начать вычисление интеграла при использовании двух узлов. Затем вычислить интеграл при использовании трёх узлов и сравнить полученные результаты, посмотреть, сколько имеем верных цифр. Затем используем количество узлов на несколько единиц больше. Например, восемь. Сравним 2 последних результата, посмотрим, сколько имеем верных цифр. Затем вычисляем интеграл при других количествах узлов до тех пор, пока при каком-то количестве узлов не появится тенденция к изменению верных цифр. Это означает, что алгебраическая особенность начала действовать. Если продолжить увеличивать количество узлов, то верные цифры будут исчезать, т.к. алгебраическая особенность будет усиливать своё действие. Ответом является последнее значение интеграла, полученное при таком количестве узлов, при котором не появляется тенденция к изменению верных цифр [6].

#### Литература:

1. Полубаринова- Кочена П.Я. К вопросу о фильтрации в двухслойной среде//Д.А.Н. СССР. Т.24. №4. 1940.
2. Козлов В.С. О расчете движения воды под сооружениями в пластах грунта различной проницаемости// Д.А.Н. СССР. Т.32. №8. 1941.
3. Нумеров С.Н., Петров Н.Г. О плоской установившейся фильтрации в двухслойном основании недренированной бетонной пластины// В Сб. Вопросы прикладной математики и геометрического моделирования. ЛИСИ. 1972.
4. Крылов В.И. Приближённое вычисление интегралов, М.: Физматгиз, 1959.
5. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Том 1, М.: Гос. Изд. Физ. Мат. Лит., 1962.
6. А. Д. Егоров, Н.Г.Петров, И. А. Потапова Первый новый метод вычисления интегралов с алгебраическими особенностями// Сборник трудов VI международной научно-практической конференции ИНФОГЕО 2019 «Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий», СПб:РГГМУ – 2019.

### **A new simplified method for calculating integrals with algebraic features of quadrature formulas necessary for solving linear Fredholm integral equations of the second kind obtained in filtration theory**

**A.D, Yegorov<sup>1</sup>, N.G. Petrov<sup>2</sup>, I.A. Potapova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, potapovaira@yandex.ru, aleksandr-egorov6@rambler.ru*

<sup>2</sup> – *The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications, St. Petersburg, Russia, nikola.grig.petrov@yandex.ru*

Annotation. The article considers the application of the developed simplified method for calculating integrals with algebraic features for the case of a flat steady-state filtration at the base of a flat flume composed of two dissimilar horizontal layers underlain by a water barrier with a horizontal roof, for the underground contour of an undrained concrete plate having any shape, for the current function at the boundary of the base layers.

Keywords: integral with algebraic singularity, algebraic singularity, integrand, Fredholm linear integral equation of the second kind

## Оценка максимального дождевого стока для внешнего водосбора полигона ТБО «Ленино» Республики Крым

Еремеева А.О<sup>1</sup>, Кучеренко О.Е., Аксянов Т. М.

<sup>1</sup> – Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия, eranol@mail.ru

Представлены результаты расчетов максимального дождевого стока с внешнего водосбора полигона ТБО «Ленино» Республики Крым с учетом региональных особенностей формирования.

Ключевые слова: полигон ТБО, Республика Крым, региональная методика, формула предельной интенсивности, максимальный дождевой сток.

Полигон ТБО «Ленино» находится в пределах Керченского полуострова в Ленинском районе Республики Крым. Реки степной части Крыма представляют собой балки и временные водотоки, заполняющиеся водой во время снеготаяния (при условиях снежной зимы) и после дождей. Дождевые паводки, проходящие в результате выпадения ливневых дождей, отличаются быстрым подъемом и спадом уровня продолжительностью 1 - 2 суток. На временных водотоках и балках Степного Крыма средняя высота подъема уровня весной 0,5 - 1,0 м, летом во время паводков 0,7 - 1,5 м, максимальная достигает 2,5 - 2,8 м (балка Чатерлик). Ближайшая река Самарли расположена в 4 км от полигона [1].

В настоящее время во время снего-дождевых и дождевых паводков сток воды на полигон осуществляется с юго-восточной части водосбора по ложбине стока, а затем по дренажным канавам и отводится мимо полигона во временный водоток, который расположен ниже по рельефу и впадает в Акташское озеро. Площадь внешнего водосбора полигона ТБО – 41 га. Общая площадь внутреннего водосбора полигона составляет 12,64 га.

Постоянные гидрологические наблюдения на временных водотоках, примыкающих к полигону ТБО «Ленино» отсутствуют. В 1954 - 62 гг. на 74 створах Степного Крыма были определены максимальные расходы воды по меткам УВВ. Для водотоков Степного Крыма установлены метки паводков (УВВ), прошедших в 1925, 1946, 1947, 1950, 1954, 1955, 1956, 1959, 1960 и 1962 гг.

Для расчета максимальных суточных 1% дождевых паводков по формуле предельной интенсивности для полигона ТБО «Ленино» в качестве аналога были использованы данные по гидрологическому посту (ГП) р. Самарли – п. Виноградное. Для расчета были использованы гидроморфологические характеристики реки, полученные по меткам УВВ и рассчитанные по региональной формуле предельной интенсивности за паводок мая 1925 года. Слой максимальных суточных осадков 1% обеспеченности по метеостанции Керчь за май 1925 г. составил 53 мм [1].

Формула предельной интенсивности (или максимального модуля стока) Г. А. Алексеева для рек Крыма, где средняя интенсивность осадков выражается через ординату ее кривой редукции и суточный слой осадков, имеет вид [1]:

$$Q_M = 16,67 \cdot \gamma \cdot H \cdot \psi(\tau),$$

1)

где  $q_M$  – максимальный модуль стока в  $\text{м}^3/\text{с км}^2$ ;  $\gamma$  – коэффициент зарегулированности максимального расхода озерами и водохранилищами (для степного Крыма  $\gamma = 1$ ); 16,67 – множитель для перехода от интенсивности осадков, выраженной в мм/мин., к интенсивности (модулю) стока, выраженной в  $\text{м}^3/\text{с км}^2$ ;  $\varphi = \varphi^1 \varphi^2 \varphi^* \leq \varphi^*$  – сборный коэффициент, учитывающий неравномерность осадков по бассейну ( $\varphi^1 \leq 1$ ), регулирующий влияние бассейна ( $\varphi^2 \leq 1$ ), коэффициент стока ( $\varphi^*$ );  $H$  – расчетные суточные осадки в мм,  $\psi(\tau)$  – ордината районной кривой редукции интенсивности осадков, соответствующая времени добегания по бассейну  $\tau = \tau_6$ .

Время добегания воды по бассейну  $\tau_6$  (в мин) можно принимать пропорциональным русловому времени добегания воды по длине главного водотока  $\tau_p$ , т. е. определить  $\tau_p$  по формуле 2:

$$\tau_6 = K \tau_p = 16,67 L/V = 16,67 KL/a I^{1/3} Q_M^{1/4},$$

2)

где  $L$  – длина главного водотока, км,  $V$  – средняя скорость добегания воды по главному водотоку м/с, определяемая по упрощенной формуле Шези-Манинга (3).

$$V = a I^{1/3} Q_M^{1/4}, \quad (3)$$

где  $I$  – средневзвешенный уклон реки в ‰,  $Q_M = q_m F$  – искомый максимальный расход воды в м<sup>3</sup>/с. Параметр  $a = 0,15$  и зависит от коэффициента шероховатости русла и поймы. По равнообеспеченным  $q_m$  и  $H$  исходя из формулы (1) определяем ординату кривой редукции средней интенсивности осадков:

$$\psi_{1\%}(\tau) = q_{M1\%} / 16,67 \text{ г ф Н}. \quad (4)$$

С помощью кривой редукции  $\psi_{1\%}(\tau)$  для пункта находим время добегания воды по бассейну  $\tau_6$ . С помощью номограммы вычисляем русловое время добегания по формуле  $\tau_p = 16,67 L/V$  и определяем  $K = \tau_6 / \tau_p$ . Региональная формула определения  $K$ :

$$K = 7,8 \text{ В/Л}. \quad (5)$$

Вычислив  $K$ , находим сборный коэффициент стока:  $\phi = q_{M1\%} / 16,67 \text{ г ф Н} \psi_{1\%}(\tau_6)$ . Для территории степного Крыма величину сборного коэффициента стока можно принимать в среднем равной 0,35, за исключением водосборов более 1000 км<sup>2</sup>, для которых  $\phi = 0,25$  [1].

Расчетные характеристики, полученные для паводка мая 1925 г. применялись для расчета максимального дождевого стока 1%-ой обеспеченности для р. Самарли для осадков  $H_{1\%}$ -ой обеспеченности за период 1966 - 2014 гг., которые по МГ Мысовое составили 78 мм. Полученный модуль дождевого стока был использован для оценки максимального стока  $H_{1\%}$  с внешнего водосбора полигона ТБО «Ленино» за этот же период. Сборный коэффициент стока,  $\phi_0$  был принят по региональной методике равным 0,35.

Максимальный расход дождевых паводков 1% обеспеченности составил 0,17 м<sup>3</sup>/с при максимальном модуле стока 0,42 м<sup>3</sup>/с км<sup>2</sup>. В таблице 1 приводятся расходы воды и максимальные модули дождевого стока, различной обеспеченности, рассчитанные для теплого и холодного периода года для внешнего водосбора полигона ТБО «Ленино» (0,41 км<sup>2</sup>) с использованием региональных коэффициентов перехода к различным обеспеченностям расхода воды [1].

**Таблица 1** - Расходы воды и максимальные модули дождевого стока, различной обеспеченности для теплого и холодного периода года с внешней территории полигона ТБО «Ленино»

| Сток воды с прилегающей территории,               | Теплый период года |      |      |      |      |      | Холодный период года |      |      |      |      |      |
|---|--------------------|------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|------|
|   | Обеспеченность, %  |      |      |      |      |      | Обеспеченность, %    |      |      |      |      |      |
|   | 0,1                | 1    | 2    | 5    | 10   | 20   | 0,1                  | 1    | 2    | 5    | 10   | 20   |
| Переходные коэффициенты                           | 1,76               | 1    | 0,77 | 0,54 | 0,39 | 0,21 | 1,74                 | 1    | 0,81 | 0,58 | 0,43 | 0,25 |
| Расход, м <sup>3</sup> /сек                       | 0,30               | 0,17 | 0,13 | 0,09 | 0,07 | 0,04 | 0,30                 | 0,17 | 0,14 | 0,10 | 0,07 | 0,04 |
| Модуль стока, м <sup>3</sup> /сек км <sup>2</sup> | 0,74               | 0,42 | 0,32 | 0,23 | 0,16 | 0,09 | 0,73                 | 0,42 | 0,34 | 0,24 | 0,18 | 0,11 |

Согласно выполненным расчетам, максимальные модули стока теплого и холодного периодов для рек восточной части Крыма почти одинаковы.

Для проверки полученных данных также была выполнена оценка дождевого стока по формуле предельной интенсивности, согласно СП 33-101-2003 [2]. Величины расхода воды дождевого стока 1% обеспеченности для внешнего полигона составила 0,19 м<sup>3</sup>/с. Выполненные расчеты, показывают хорошую сходимость результатов.

#### Литература

1. СП 33-101-2003. Определение основных расчётных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. - 71 с.

2. Ресурсы поверхностных вод, Том 6, Украина и Молдавия, Вып. 4, Крым, Л.: Гидрометеиздат, 1966, 344 с.

### **Estimation of the maximum rainfall for the external catchment of the landfill "Lenino" of the Republic of Crimea**

**Eremeeva A.O.<sup>1</sup>, Kucherenko O.E., Aksyanov T. M.,**

*<sup>1</sup> – State Hydrological Institute, Saint Petersburg, Russia, eranol@mail.ru*

There are presented the results of calculating of the maximum rainfall from the external catchment of the landfill "Lenino", Crimea, considering the regional characteristics.

Key words: landfill "Lenino", Crimea, the external catchment, regional characteristics, maximum intensity formula, maximum rainfall.

## Оценка степени загрязненности речных вод территории Бованенковского НГКМ

Еремеева А.О.<sup>1</sup>, Бобровицкая Н.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия, *eranol@mail.ru*

С использованием метода комплексной оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям выполнена оценка качества речных вод территории Бованенковского НГКМ в конце 2000-х начале 2010-х гг.

Ключевые слова: Ямал, Бованенковского НГКМ, реки, оценка, метод комплексной оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям.

На основе полевых исследований ФГБУ «ГГИ» в конце 2000-х начале 2010-х гг., с использованием метода комплексной оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям была выполнена оценка качества речных вод территории Бованенковского НГКМ полуострова Ямал [1, 2].

Вода рек Се-Яха и Морды-Яха на территории месторождения в течение периода гидрохимического мониторинга в мае-сентябре 2009-2010 гг. обладала высокой комплексностью загрязненности. Основными загрязняющими веществами воды были легкоокисляемые органические (по БПК<sub>5</sub>), нефтепродукты, соединения железа, меди, марганца и цинка.

Наибольшая величина коэффициента комплексности загрязненности воды для рек Се-Яха, Морды-Яха и Надуй-Яха для замыкающих створов составила – 28%. Диапазон изменения коэффициентов комплексности ( $K$ ) для р. Се-Яха и Морды-Яха находился в достаточно узких пределах 24-28%. Увеличение коэффициентов комплексности от фоновых створов к замыкающим свидетельствовало о появлении новых загрязняющих веществ в воде исследуемых рек, ухудшению качества воды и увеличению антропогенной нагрузки в пределах лицензионного участка.

За период наблюдений в воде р. Се-Яха, р. Морды-Яха и р. Надуй-Яха отмечено превышение ПДК<sub>рх</sub> по 6 ингредиентам из 21 нормированного гидрохимического показателя: легкоокисляемые органические, соединения железа, меди, марганца, цинка, ртути и нефтепродукты. Наиболее устойчивая загрязненность воды обнаружена по легкоокисляемым органическим веществам, железу общему, марганцу и цинку. По этим загрязняющим веществам в течение периода отбора проб отмечалась устойчивая загрязненность воды, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости ( $S_{\alpha} = 4$ ).

В таблице 1 представлены, рассчитанные значения повторяемости случаев загрязненности воды ( $\alpha_i$ ), по каждому исследованному химическому ингредиенту, для рек Се-Яха и Морды-Яха за 2009-2010 гг. Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по всем ингредиентам, кроме нефтепродуктов, определяется "характерная". Высокие и средние частные оценочные баллы по уровню загрязненности наблюдались для соединений железа, меди и марганца, включая фоновые участки, что свидетельствовало о влиянии региональных особенностей на формирование качества воды рек по этим показателям.

В течение всего периода наблюдений отмечен низкий продолжительный и неустойчивый уровень загрязнения нефтепродуктами. Повышенные уровни загрязненности воды по БПК<sub>5</sub>, наиболее вероятно, были связаны со сбросами загрязненных неочищенных хозяйственно-бытовых вод в водные объекты с территории месторождения.

Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды рек вносят соединения железа и марганца, несколько меньше меди. Однако надо учитывать, что для большинства водных объектов полуострова Ямал характерны повышенные концентрации этих показателей в воде.

Таблица 1 – Классификация воды рек Се-Яха и Морды-Яха по повторяемости случаев загрязненности (2009-2010 гг.)

| Ингредиент       | Повторяемость, % | Характеристика загрязненности воды | Частный оценочный балл по повторяемости $S_{\alpha_{ij}}$ |
|------------------|------------------|------------------------------------|---|
| р. Се-Яха        |                  |                                    |   |
| БПК <sub>5</sub> | 100              | Характерная                        | 4   |
| Железо общее     | 100              | Характерная                        | 4   |
| Марганец         | 100              | Характерная                        | 4   |
| Медь             | 50               | Устойчивая                         | [3; 4)  |
| Цинк             | 100              | Характерная                        | 4   |
| Нефтепродукты    | 20               | Неустойчивая                       | [2; 3)  |
| р. Морды-Яха     |                  |                                    |   |
| БПК <sub>5</sub> | 100              | Характерная                        | 4   |
| Железо общее     | 100              | Характерная                        | 4   |
| Марганец         | 100              | Характерная                        | 4   |
| Медь             | 50               | Устойчивая                         | [3; 4)  |
| Цинк             | 100              | Характерная                        | 4   |
| Нефтепродукты    | 20               | Неустойчивая                       | [2; 3)  |

Для реки Се-Яха в июле 2010 г. отмечено максимальное число критических показателей качества воды, для которых  $S_{ij} > 9$  (железо общее, медь и марганец). Для реки Морды-Яха также в июле отмечено максимальное число критических показателей качества воды -  $S_{ij} > 9$  (железо общее и марганец).

Согласно классификации качества воды по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности, вода реки Се-Яха в зоне месторождения относится к 4-му классу качества, разряд «а» – грязная.

По значению удельного комбинаторного индекса загрязненности вода р. Морды-Яха в пределах Бованенковского НГКМ относится к классу 3-б – очень загрязненная.

Таким образом, все выше изложенное позволяет предположить, что фиксируемые в настоящее время повышенные концентрации отдельных элементов в поверхностных водах обусловлены следующими факторами: геохимическими особенностями района исследований; региональным и локальным переносом загрязненных аэрозолей и взвешенных веществ; возросшим техногенным воздействием на водные экосистемы в период строительства и эксплуатации Бованенковского НГКМ.

#### Литература

1. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Утвержден и введен в действие Росгидрометом 03.12.2002 г.

#### Assessment of the degree of pollution of river waters in the territory of the OGCF Bovanenkovo

Eremeeva A.O.<sup>1</sup>, Bobrovitskaya N.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – State Hydrological Institute, Saint Petersburg, Russia, eranol@mail.ru

Using the method of integrated assessment of surface water pollution by hydrochemical indicators, the river water quality the territory of the OGCF Bovanenkovo was assessed in the late 2000s and early 2010s.

Key words: Yamal, OGCF Bovanenkovo, rivers, assessment, water quality, method for integrated assessment of surface water pollution by hydrochemical indicators.

## Расчет поверхностного стока с откосов золошлакоотвала для обоснования мероприятий по его отведению

Зайцева И.В.<sup>1</sup>, Фролов А.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», Санкт-Петербург, Россия, FrolovAN@vniig.ru

Аннотация. Приведены особенности расчета поверхностного стока с низовых откосов золошлакоотвала тепловой электростанции, рассмотрены мероприятия по возврату стока на верховую поверхность при условии исключения переполнения отстойного пруда, другие мероприятия по отведению стока.

Ключевые слова: поверхностный сток, откос золошлакоотвала, верховая поверхность, водный баланс, насосная станция.

Расчетам поверхностного стока с урбанизированных территорий, промышленных объектов посвящено значительное количество публикаций, методик расчета [1,2], при этом методика [2] предназначена для хранилищ отходов насыпного типа.

В тоже время, вследствие конструктивно-технологических особенностей и наличия техногенных грунтов, поверхность намывных хранилищ жидких золошлаковых отходов (золошлакоотвалов) тепловых электростанций отличается от прилегающих природных территорий. Низовые откосы ограждающих дамб имеют уклоны 1:2-1:3 (18-26°), поверхностный слой откосов насыпается слоем суглинка или глины, супеси поверху — слой почвы, щебня толщиной 0,1-0,2 м. В последнее время, в том числе и для крепления откосов, применяют геосинтетические материалы.

В работе [3] для золошлакоотвала (ЗШО) равнинного типа, площадью 100 га, расположенного в Дальневосточном регионе, для года с обеспеченностью осадков и испарения 50:50%, получено, что объем поверхностного стока (дождевого и талого) с низовых откосов увеличивается при наращивании сооружения в высоту. Если сток перехватывать дренажными канавами и возвращать на верховую поверхность ЗШО, то возможно повышение уровня воды в отстойном пруду и переполнение сооружения избыточными водами. Соответственно, совершенствование расчетов дождевого и паводкового стока с откосов ЗШО является одним из направлений повышения его надежности, назначению мероприятий по безопасности прилегающей территорий и снижению влияния сооружения на окружающую среду, рационального использования воды на тепловой электростанции.

В докладе для наиболее типичных по размерам и высоте золошлакоотвалов, расположенных в различных регионах Российской Федерации, представлены результаты расчетов дождевого и талого стока. Расчеты произведены по формуле предельной интенсивности при осадках различной обеспеченности, выпадающих на низовой откос: среднемноголетние, 1 и 10% обеспеченности.

Для исключения переполнения отстойного пруда на верховой поверхности золошлакоотвала и оптимального выбора насосного оборудования (вследствие различий в расчетах по среднемноголетним и данным по предельной интенсивности осадков) рекомендуется накопление части поверхностного стока в дополнительной емкости. Из данной емкости далее организуется длительная по времени перекачка воды на верховую поверхность ЗШО или в оборотную систему гидрозолоудаления.

Предложены основные мероприятия по отведению поверхностного стока:

- отделение поверхностного стока от дренажных вод, фильтрующих через ограждающие дамбы, и сброс незагрязненного стока в поверхностный водоем;
- использование дождевого стока в других водных контурах тепловой электростанции, например, для подпитки системы оборотного технического водоснабжения;
- специальные решения по исключению загрязнения поверхностного стока в период строительства, наращивания ограждающих дамб, особенно если для строительства дамб используется золошлаковый материал.

### Литература

1. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого или талого) стока с урбанизированных территорий. СПбГАСУ, Из-во Ассоциации строительных вузов. 2000
2. Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий/ С.В. Сольский. СПб: ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». 2005.
3. Фролов А.Н. Минимизация объема воды в отстойном пруду намывных золошлакоотвалов для повышения их эксплуатационной безопасности//Электрические станции. 2014. № 6. С.19-24.

### **Calculations calculation of surface runoff from slopes deposition of ash and slag, justification of the measures on the diversion of surface runoff**

**Zaytseva I.V.<sup>1</sup>, Frolov A.N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – «Vedeneev VNIIG» JSC, Russia, St.Petersburg, FrolovAN@vniig.ru

Abstract: The peculiarities of calculation of surface runoff from slopes deposition of ash and slag thermal power plant, considered the event to return the flow on the top surface to the exclusion of the overflow of the settling pond and other events for discharging runoff.

Key words: runoff, slopes deposition of ash and slag, top surface, water balance, pumping station

**Воспроизведение гидротермодинамических характеристик Невской губы в период штормового нагона 1-2 октября 2019 года моделью INMOM: с учетом закрытия створов комплекса защитных сооружений и без****Захарова Е.В.<sup>1</sup>, Фомин В.В.<sup>1,2</sup>, Дианский Н.А.<sup>1,2,3</sup>, Ладохина Е.М.<sup>4,5</sup>, Рубинштейн К.Г.<sup>5</sup>**<sup>1</sup> – Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова, г. Москва, Россия, [katezakharova33@gmail.com](mailto:katezakharova33@gmail.com)<sup>2</sup> – Институт вычислительной математики РАН, г. Москва, Россия<sup>3</sup> – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия<sup>4</sup> – ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», г. Санкт-Петербург, Россия<sup>5</sup> – ФГБУ «Гидрометцентр России», Москва, Россия

Аннотация. Получены результаты сравнения двух численных экспериментов модели морской циркуляции INMOM для акватории Балтийского моря, в период экстремального штормового нагона 1-2 октября: с учетом закрытия створов комплекса защитных сооружений и без.

Ключевые слова: Балтийское море, комплекс защитных сооружений, морская циркуляция, штормовой нагон, численное моделирование.

Сгонно-нагонные колебания на акватории Финского залива могут приводить к значительному повышению уровня моря в восточной части залива и наводнениям в Санкт-Петербурге [1]. Для защиты города от наводнений был построен комплекс защитных сооружений (КЗС), который включает в себя 11 защитных дамб, два судопропускных сооружения и шесть водопропускных сооружений [<https://dambaspb.ru>]. При возникновении угрозы наводнения створы на водо- и судопропускных сооружениях опускаются, прекращается водообмен между Невской губой и открытой частью Финского залива. Точное воспроизведение морской циркуляции и сгонно-нагонных колебаний на акватории Финского залива численными моделями позволяет заблаговременно определить промежуток времени, в течение которого створы КЗС следует закрыть и играть важную роль при прогнозировании наводненческих ситуаций.

В настоящее время в Северо-Западном УГМС основным методом оперативного расчета сгонно-нагонных колебаний уровня на акватории Балтийского моря служит программный комплекс (ПК) CARDINAL [2]. В качестве вспомогательного метода введен ПК, основанный на региональной негидростатической атмосферной модели WRF-ARW (Weather Research and Forecasting Model) [3] и модели морской циркуляции INMOM (Institute of Numerical Mathematics Ocean Model) [4]. Модель WRF-ARW используется для расчета атмосферного воздействия и была реализована для всей акватории Балтийского моря. В отличие от CARDINAL, где используется двумерная модель мелкой воды, модель INMOM является трехмерной моделью, в основе которой лежит система примитивных уравнений в приближениях гидростатики и Буссинеска. Модель INMOM позволяет, кроме уровня моря, рассчитывать трехмерную структуру течений, температуры и солености. Также в INMOM встроена модель динамики и термодинамики морского льда, что позволяет более точно описывать гидродинамический режим в ледовый период и осуществлять прогноз ледовых характеристик на акватории Балтийского моря.

Модель общей циркуляции океана INMOM [4] была реализована для Балтийского моря в повернутой сферической системе координат – ее северный полюс помещен в Санкт-Петербург. Модельная область охватывает акваторию Балтийского моря, жидкая граница проходит в Датских проливах. Общее количество расчетных узлов 555x1315 по модельным долготе и широте. Шаг по пространству не равномерный: на акватории Невской губы он равен 100-150 м, а в юго-западной части Балтийского моря составляет около 6 км. По вертикали модель содержит 20 неравномерно распределенных  $\sigma$ -уровней. Кроме того, для модели был реализован способ аппроксимации

закрытия/открытия водо- и судопропускных створов КЗС, позволяющий проводить численные эксперименты по изучению влияния КЗС на гидротермодинамику Невской губы.

В рамках работы [6] был рассмотрен штормовой нагон с 1 по 2 октября 2019 года. С помощью модели INMOM были проведены два параллельных расчета: без закрытия створов КЗС (Эксп1) и с их закрытием (Эксп2) в соответствии с выпущенными Северо-Западным УГМС предупреждениями об угрозе наводнения с 04 UTC до 15 UTC 1 октября.

Анализ синоптической ситуации показал, что штормовой нагон 1-2 октября 2019 г. Был сформирован при прохождении мощного циклона с давлением в центре менее 980 гПа. Наблюдалось значительное усиление скорости западного ветра над акваторией Финского залива.

Результаты расчетов Эксп1 и Эксп2 модели INMOM в период штормового нагона 1-2 октября 2019 года показали, что закрытие створов КЗС приводит к увеличению подъема уровня моря на величину порядка 10 см к западу от КЗС. В пределах акватории Невской губы к востоку от КЗС закрытие створов позволяет ограничить подъем уровня моря на величину порядка 40-50 см, а также способствует формированию более выраженной замкнутой антициклональной циркуляции в структуре течений.

Изменение пространственной структуры поля солёности и температуры главным образом связано с изменением характера циркуляции и поступлением стока Невы. Закрытие створов КЗС приводит к снижению солёности вод акватории Невской губы вблизи от КЗС на величину до 5-7 ‰ по Эксп2 в сравнении с Эксп1. Это обусловлено прекращением поступления более солёных вод Финского залива в период штормового нагона в Невскую губу, а также стоком опресняющих вод

Невы. В период закрытия створов КЗС (Эксп2) из-за существенного поднятия уровня моря прекращается поступление более теплых вод из Финского залива в Невскую губу и температура воды в поверхностном слое в Невской губе снижается на величину до 1.5-2 °С по сравнению с условиями Эксп1 вблизи защитных сооружений к северу от о. Кронштадт.

#### Литература

1. Захарчук Е.А., Тихонова Н.А. О механизмах формирования невских наводнений. Труды Государственного океанографического института, 2011, № 213, с. 155-168.
2. Клеванный К.А., Смирнова Е.В. Использование программного комплекса CARDINAL. Журнал университета водных коммуникаций, 2009, вып. 1, с. 153-162.
3. Skamarock A. Description of the Advanced Research WRF, Version 3. NCAR Technical Notes, 2008.
4. Дианский Н. А. Моделирование циркуляции океана и исследование его реакции на короткопериодные и долгопериодные атмосферные воздействия. М., Физматлит, 2013, 272 с.
5. Фомин В.В., Дианский Н.А. Расчет экстремальных нагонов в Таганрогском заливе с использованием моделей циркуляции атмосферы и океана. Метеорология и гидрология, , 2018, № 12, с 69-80.
6. Захарова Е.В., Фомин В.В., Ладохина Е.М., Рубинштейн К.Г., Дианский Н.А. Изучение влияния комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений на гидротермодинамические характеристики Невской губы в период сильного штормового нагона 1-2 октября 2019 года. Процессы в геосредах, 2020, №3(25): в печати.

**Reproduction of the hydrothermodynamic characteristics of the Neva Bay during the storm surge on October 1-2, 2019 by the INMOM model: taking into account the closure of the sections of the Saint Petersburg Flood Prevention Facility Complex and without**

**Zakharova E.V.<sup>1</sup>, Fomin V.V.<sup>1,2</sup>, Diansky N.A.<sup>1,2,3</sup>, Ladokhina E.M.<sup>4,5</sup>, Rubinshtein K.G.<sup>5,6</sup>**

<sup>1</sup> – *Zubov State Oceanographic Institute, Moscow, Russia, katezakharova33@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Marchuk Institute of Numerical Mathematics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>3</sup> – *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

<sup>4</sup> – *North-West Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, St. Petersburg, Russia*

<sup>5</sup> – *Hydrometcenter of Russia, Moscow, Russia*

Abstract. The results of two numerical experiments comparison of the INMOM marine circulation model for the Baltic Sea during the period of the extreme storm surge on October 1-2 are obtained: with and without the closure of sections of the Saint Petersburg Flood Prevention Facility Complex.

Key words: Baltic Sea, Saint Petersburg Flood Prevention Facility Complex, sea circulation, storm surge, numerical modeling.

## Состояние и проблемы совершенствования системы гидрографического районирования устьевых регионов Российской Арктики

**Иванов В.В.<sup>1</sup>, Третьяков М.В.<sup>2</sup>, Харлампьева Н.К.<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> – Государственный научный центр «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт», Санкт-Петербург, Российская Федерация, [ivanov@aari.ru](mailto:ivanov@aari.ru)

<sup>2</sup> – Государственный научный центр «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт», Санкт-Петербург, Российская Федерация, [tmv@aari.ru](mailto:tmv@aari.ru)

<sup>3</sup> – Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация, [n.kharlampieva@spbu.ru](mailto:n.kharlampieva@spbu.ru)

Аннотация. В условиях развития территорий Арктической зоны Российской Федерации представляется важным определить устьевые регионы Российской Арктики в целях определения единого российского научно-исследовательского пространства в пределах границ международной Программы мониторинга и оценки окружающей среды Арктики (АМАР). Создание устьевого региона способствует эффективному применению Водного кодекса, Земельного кодекса и Закона об охране окружающей среды в границах внутренних вод и территориального моря Российской Арктики, устьевых областей больших рек, губ, заливов, лиманов, лагун, а также Белого моря в соответствии с Конституцией РФ.

Ключевые слова: Российская Арктика, гидрографическое районирование, устьевые регионы

Интенсивное развитие экономической деятельности в Российской Арктике требует гармонизации понятий и границ водных объектов внутренних вод и территориального моря Российской Федерации. Российское научно-исследовательское пространство устьевых регионов предлагается рассмотреть в рамках совершенствования системы гидрографического районирования устьевых регионов Российской Арктики для целей гидрометеорологического обеспечения на водных объектах на основе водно-бассейнового принципа с использованием методов расчетов и математического моделирования русловых и устьевых процессов, а также водного баланса в устьевых регионах. Эти расчеты могут быть внедрены в пределах границ международной Программы мониторинга и оценки окружающей среды Арктики (АМАР) в том числе.

### Литература

1. Иванов В.В. Основные принципы гидролого-морфологического районирования устьевых областей рек Арктики. В кн.: Факторы и принципы физико-географического районирования полярных областей Земли. Л., Гидрометеиздат, 1974. С.102-120.

2. Доронин Ю.П. Процессы взаимодействия речных и морских вод на устьевых взморьях (физические основы и численное моделирование)//Труды V Всесоюзного гидрологического съезда. Материалы научной конференции. Том.9. Устья рек (под. ред. Михайлов В.Н, Иванов В.В.). Л.: Гидрометеиздат, 1990. С.122-129.

Ivanov V.V., Doronin Yu.P., Luk'yanov S.V., Tsarov V.A. Methods and Results of Modelling Hydrological Processes in Stratified Arctic Estuaries. Book of Abstracts Scientific Seminar «Nature Conditions of the Kara Sea» February 28 - March 2 1995, St.Peterburg, Russia. Part «Hydrology of Estuaries and Water of lands». 1995. P. 8–9.

4. Иванов В.В., Третьяков М.В. Проблемы восстановления и развития системы гидрометеорологических наблюдений в устьевых областях рек Арктической зоны как основы государственного мониторинга этих объектов// Общество. Среда. Развитие. Вып. 4. СПб. ЦНИТ «Астерион», 2015. С. 151-160.

5. Третьяков М.В. Климатические и антропогенные изменения запасов пресных вод в устьевых областях крупных рек бассейна Карского моря//Вопросы географии. № 145. Гидрологические изменения. М.: Издательский дом «Кодекс», 2018. С. 252–264.

6. Иванов В.В., Харлампьева Н.К. Поверхностные водные объекты Российской Арктики в

свете водного, земельного и природоохранного законодательства: состояние и проблемы // Арктика: общество, наука и право: сб. статей / под ред. Н.К.Харламповой. СПб.: С.-Петерб. гос. ун-т, 2020. С.8-18.

### **State and problems of improving the system of hydrographic zoning of Estuarine regions of the Russian Arctic**

**Ivanov V.V.<sup>1</sup>, Tretyakov M.V.<sup>2</sup>, Kharlampieva N.K.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *State Scientific Centre “Arctic and Antarctic research institute”, Saint-Petersburg, Russian Federation, ivanov@aari.ru*

<sup>2</sup> – *State Scientific Centre “Arctic and Antarctic research institute”, Saint-Petersburg, Russian Federation, tmv@aari.ru*

<sup>3</sup> – *Federal budgetary organization of higher professional school “Saint-Petersburg University”, Saint-Petersburg, Russian Federation, n.kharlampieva@spbu.ru*

**Abstract.** In the context of the Arctic zone of the Russian Federation development territories, it seems important to determine the estuarine regions of the Russian Arctic in order to define a single Russian research space within the international Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP).

The creation of the Estuarine regions contributes to the effective application of the Water Code, the Land Code and the Law on Environmental Protection of Russian Federation within the boundaries of the internal waters and the territorial sea of the Russian Arctic, estuarine areas of large rivers, lips, bays, estuaries, lagoons, as well as the White Sea in accordance with the Constitution of the Russian Federation.

**Key words:** Russian Arctic, hydrographic zoning, estuarine regions.

## Загрязнения поверхностных вод Ташкентской области стойкими хлорорганическими пестицидами

Исабеков С.Р.<sup>1</sup>, Нишонов Б.Э.<sup>2</sup>, Разикова И.Р.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, г.Ташкент, Республика Узбекистан, e-mail: serikisabekov5858@gmail.com

<sup>2</sup> – Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, г.Ташкент, Республика Узбекистан, e-mail: bnishonov@meteo.uz

<sup>3</sup> – Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, г.Ташкент, Республика Узбекистан, e-mail: iroda\_2215@mail.ru

Аннотация. В статье проанализированы данные мониторинга загрязнения рек Чирчик и Ахангаран Ташкентской области стойкими хлорорганическими пестицидами (ДДТ и ГХЦГ) за 1990-2018гг. Установлено, что в последние годы стойкие ХОП в воде этих рек не обнаруживаются.

Ключевые слова: стойкие хлорорганические пестициды, ДДТ, ГХЦГ, реки, загрязнение.

Стойкие хлорорганические пестициды относятся к числу химических средств защиты растений, интенсивно применявшихся в прошлом в Узбекистане на посевах сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений для борьбы с различными вредными насекомыми [1]. К числу пестицидов, очень активно применявшихся, относятся ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан) и ГХЦГ (гексахлорциклогексан). Причиной продолжающегося мониторинга содержания остатков ДДТ и ГХЦГ в водной среде является их чрезвычайно высокая стойкость в природных условиях, а также поступление данных химических веществ из их точечных и диффузных источников. Систематический мониторинг содержания этих пестицидов в поверхностных водах Узбекистана проводится Центром гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет) [2].

Ташкентская область расположена в северо-восточной части Узбекистана, занимает долины рек Чирчик и Ахангаран – притоков Сырдарьи и является одним из крупных сельскохозяйственных районов, где основными выращиваемыми культурами являются хлопок, пшеница и рис.

На основе фондовых гидрохимических материалов Узгидромета за период 1990-2018 гг. были проанализированы концентрации ДДТ и ГХЦГ в воде рек Чирчик и Ахангаран. При оценке степени загрязненности воды использованы предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде. ПДК для ДДТ и изомеров ГХЦГ в воде водоемов санитарно-бытового водопользования для суммы изомеров ГХЦГ составляет 0,02 мкг/дм<sup>3</sup>, для ДДТ и его метаболитов 0,1 мкг/дм<sup>3</sup> [4].

Узгидромет проводит мониторинг содержания пестицидов в воде р. Чирчик и Ахангаран на 15 пунктах. Сроки наблюдений в этих пунктах установлены с учетом характерных фаз гидрологического режима на водном объекте. Река Чирчик - крупнейший правый приток среднего течения Сырдарьи. Водные ресурсы реки используются на орошение, промышленное и городское водоснабжение Чирчик-Ангренского ирригационного района (ЧАКИР). Река Ахангаран образуется из многочисленных ручьев, стекающих с южных склонов Чаткальского хребта. Нижнее течение реки Ахангаран проходит по орошаемым массивам, где в нее сбрасываются возвратные воды и сток ряда коллекторов.

Результаты исследования показали, что в период 1992-1994 гг. были обнаружены наиболее высокие концентрации изомеров ГХЦГ в воде р. Чирчик. Значение концентраций изменялись от 0 до 0,065 мкг/дм<sup>3</sup> для α-ГХЦГ и от 0 до 0,043 мкг/дм<sup>3</sup> для γ-ГХЦГ. Средние годовые величины α-ГХЦГ в пункте г. Газалкент (выше и ниже) изменялись в пределах 0-0,065 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте г. Чирчик (выше сбросов Трансформаторного завода, ниже сброса ПО «Электрохимпром», ниже сбросов УзКТЖМ) – 0-0,045 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте г. Ташкент (выше и ниже) – 0-0,039 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте поселок Новомихайловка – 0-0,023 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте г. Чиназ – 0-0,045 мкг/дм<sup>3</sup>. Средние

годовые величины  
 $\gamma$ -ГХЦГ в пункте г. Газалкент (выше и ниже) изменялись в пределах 0-0,043 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте г. Чирчик (выше сбросов Трансформаторного завода, ниже сброса ПО «Электрохимпром», ниже сбросов УзКТЖМ) – 0-0,029 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте г. Ташкент (выше и ниже) – 0-0,028 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте поселок Новомихайловка – 0-0,007 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте г. Чиназ – 0-0,033 мкг/дм<sup>3</sup>.

С 2010 г. во всех пунктах на р. Чирчик изомеры ГХЦГ не обнаруживаются. Наблюдаемые значения изомеров ГХЦГ в воде превышали ПДК только в 1992 г. За рассматриваемый период наблюдений ДДТ и его метаболиты в воде Чирчик не обнаруживались.

В воде р. Ахангаран наиболее высокие концентрации изомеров ГХЦГ были обнаружены в период 1992-1994 гг. Значение концентраций  $\alpha$ -ГХЦГ менялись от 0 до 0,058 мкг/дм<sup>3</sup> и  $\gamma$ -ГХЦГ от 0 до 0,053 мкг/дм<sup>3</sup>. Средние годовые величины  $\alpha$ -ГХЦГ в пункте р. Ирташ изменялись в пределах 0-0,001 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте ниже Ахангаранской плотины – 0-0,058 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте у дюкера Ташканала – 0-0,015 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте нижний бьеф Туябугузского вдхр. – 0-0,007 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте выше поселка Солдатское – 0-0,054 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте выше устья р. Ахангаран – 0-0,015 мкг/дм<sup>3</sup>. Средние годовые величины  $\gamma$ -ГХЦГ в пункте р. Ирташ изменялись в пределах 0-0,043 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте ниже Ахангаранской плотины – 0-0,024 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте у дюкера Ташканала – 0-0,013 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте нижний бьеф Туябугузского вдхр. – 0-0,005 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте выше поселка Солдатское – 0-0,053 мкг/дм<sup>3</sup>, в пункте выше устья р. Ахангаран – 0-0,009 мкг/дм<sup>3</sup>.

С 2010 г. во всех пунктах на р. Ахангаран изомеры ГХЦГ не обнаруживаются. Наблюдаемые значения изомеров ГХЦГ в воде превышали ПДК в 1992 г. и 1993 г. В период 1990-2018гг. в воде р. Ахангаран ДДТ и его метаболиты не обнаруживались.

Результаты мониторинга загрязнения водных объектов Ташкентской области стойкими хлорорганическими пестицидами показали, что за рассматриваемый период наблюдений ДДТ и его метаболиты в воде р. Чирчик и Ахангаран не обнаруживались. Изомеры ГХЦГ в воде обнаруживались до 2010 г., самые высокие концентрации наблюдались в 1992-1994 гг. Наблюдаемые значения изомеров ГХЦГ превышали ПДК в 1992 г. и 1993 г. С 2010 г. во всех пунктах рек изомеры ГХЦГ не обнаруживаются. Данные мониторинга в водных объектах на территории Ташкентской области в период с 1990-2014гг. свидетельствует об уменьшении загрязненности воды стойкими хлорорганическими пестицидами.

#### Литература

1. Охрана окружающей природной среды и использование природных ресурсов Республики Узбекистан. Ташкент, «Укитувчи». 1993. 90 с.
2. В.Е.Nishonov. Surface water contamination by organochlorine pesticides residues in Uzbekistan. Proceedings of 9th International HCN and Pesticides Forum for CEECCA countries. 20-22 September 2007, Chisinau, Republic of Moldova. Chisinau, USM, 2008. PP.248-250.
3. Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Главгидромета РУз за 1990-2018 гг. Ташкент: Узгидромет.
4. РД 52.24.66-88. Методические указания по определению содержания галогенорганических пестицидов и их метаболитов в поверхностных водах. Ростов-на-Дону, 1988. 40 с.

## **Contamination of rivers in Tashkent region by persistent organochlorine pesticides**

**Isabekov S.R.<sup>1</sup>, Nishonov B.E.<sup>2</sup>, Razikova I.R.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan,  
e-mail: serikisabekov5858@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan,  
e-mail: bnishonov@meteo.uz*

<sup>3</sup> – *Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan,  
e-mail: iroda\_2215@mail.ru*

Abstract. Monitoring data on pollution of the Chirchik and Akhangaran rivers of Tashkent region with persistent organochlorine pesticides (DDT and HCH) for 1990-2018 have been analyzed. It has been defined that in recent years, persistent organochlorine pesticides is not found in the water of these rivers.

Key words: persistent organochlorine pesticides, DDT, HCH, rivers, pollution.

## Методика описания речных излучин

Исаев Д.И.<sup>1</sup>, Баскакова А.И.<sup>1</sup>, Иванова О.И.<sup>1</sup>, Лагай Н.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>–РГГМУ, СПб, РФ, [dii2006@yandex.ru](mailto:dii2006@yandex.ru)

**Аннотация.** Предлагается новый метод описания речных излучин. Метод основан на определении координат 5 характерных точек речной излучины. Параметры излучин могут быть статистически обработаны и использованы для мониторинга руслового процесса.

**Ключевые слова:** Речная излучина, русловой процесс, морфометрические параметры излучины

При изучении руслового процесса как правило пользуются качественным описанием излучин [1], или используют систему параметров, предложенных ГГИ [2], которые основываются на измерении шага излучины  $L$  – расстояния между точками перегиба излучины, углов входа и выхода, измеряемых относительно линии шага излучины, длины самой излучины и пр. Сочетание линейных и угловых величин затрудняет количественный анализ параметров излучин, их сравнение на различных участках и между различными реками.

Нами предлагается новая количественная методика описания речных излучин, которая позволяет объективно оценить, как характеристики отдельной излучины, так и получать статистические характеристики больших групп излучин. В основу методики положена аппроксимация отдельной излучины в виде пятиугольника. Пятиугольник вписывается в излучину определенным образом.

Изображение излучины (спутниковый снимок, аэрофотоснимок, карта и пр.) масштабируется в любой картографической системе GIS. На изображении проводится средняя линия русла реки и определяются точки перегиба излучин. Точки перегиба являются базовыми для дальнейшего описания излучины. Точка перегиба на входе в излучину обозначается как 1. Точка перегиба на выходе из излучины обозначается как 5. Точки 2 и 4 характеризуют ширину излучины  $B$ , а точка 3 максимально удалена от точек перегиба. Все 5 точек образуют полигон, координаты углов которого легко получить.

Координаты вписанного в излучину пятиугольника позволяют с необходимой точностью получать такие характеристики излучины как ее шаг, длину и площадь. Кроме того, используя различные производные характеристики, можно судить о степени развитости излучины, ее вытянутости, асимметрии и т.п. Имея данные по серии последовательно расположенных излучин, можно получать их статистические характеристики, соотносить взаимное положение излучин и очертаний долины реки, определить пояс меандрирования. Располагая данными разновременных съемок положения русла реки можно перейти к мониторингу руслового процесса.

По предлагаемой методике было обработано более 500 излучин рек полуострова Ямал, впадающих в Байдарацкую губу. В качестве картографической основы были использованы спутниковые снимки среднего разрешения (Источник: The Polar Geospatial Center (PGC) is a research facility funded by the National Science Foundation.)

Проведенный анализ показал, что доля излучин, ширина которых не превышает их шага составляет 73%. Это значит, что большинство излучин имеет сегментную и петлеобразную форму. Первая группа – сегментные излучины, длина которых не превышает 2 шагов излучин. Такие излучины составляют 58% общего числа. Вторая группа – это петлеобразные излучины (10%).

Вместе с тем, на картах руслового процесса Ямала, опубликованных в частности ГГИ [3] преобладающим типом является свободное меандрирование. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что на реках Харасавей, Мордыяха, Надойяха, Юндыяха, Тивтейяха, Пухуцяяха, Пыякоеяха, Псядыяха, Хардыяха, Яхадьяяха преобладают сегментные излучины. Это говорит о том, что на этих реках преобладают плановые деформации, связанные со сползанием излучин, как при ограниченном меандрировании.

Предложенная методика оценки параметров излучин позволяет выявлять статистические

закономерности излучин различных рек и сравнивать их между собой.

#### Литература

1. Барышников Н.Б., Исаев Д.И. Русловые процессы): учебное пособие – СПб.: Изд РГГМУ, 2014.-505с.
2. Чалов Р. С. Русловые процессы (русловедение): учебное пособие – М.: ИНФРА-М, 2016. – 565 с
3. Учет руслового процесса на участках подводных переходов трубопроводов через реки. – СПб.: Нестор-История, 2009

#### Methods for describing river bend

**A D.Isaev<sup>1</sup>, Baskakova N.I.<sup>1</sup>, Ivanova O.I.<sup>1</sup>, N.Lagay<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>– *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg(dii2006@yandex.ru)*

<sup>2</sup>– *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg(lagay@mail.ru)*

Abstract. A new method for describing river bends is proposed. The method is based on determining the coordinates of 5 characteristic points of the river bend. The parameters of the curves can be statistically processed and used for monitoring the riverbend process.

Key words: River bend, riverbend process, morphometric parameters of the bend.

## Антропогенное влияние на гидрологический режим рек Республики Молдова

Казак В.Я<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> – Государственная Гидрометеорологическая Служба, Кишинёв, Республика Молдова  
cazac@meteo.md

Аннотация: В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на гидрологический режим и экологию рек Республики Молдова.

Ключевые слова: гидрологический режим рек, формирования стока, экология рек.

Abstract: The article examines the main factors affecting the hydrological regime and ecology of the rivers of the Republic of Moldova.

Key words: river hydrological regime, runoff formation, river ecology.

Интенсивное использование речного стока в хозяйстве и антропогенное преобразование природных ландшафтов приводят к изменениям естественного соотношения между элементами водного баланса речных водосборов, и, следовательно, к нарушению гидрологического и гидрохимического режимов рек.

Режимы нарушаются: регулированием речного стока водохранилищами, водозаборами из реки, сбросом отработанных хозяйственных вод, сельскохозяйственным освоением земель, спрямлением русел, обвалованием русел, урбанизацией, строительством дорог и т.д.

Отрицательные последствия хозяйственной деятельности:

- уменьшение скорости течения воды в реках и создание благоприятных условий для зарастания водной растительностью и заиления речных русел;
- сокращение влагообеспеченности корнеобитаемого слоя почвы на прилегающих к реке территориях (поймах);
- загрязнение реки сточными водами и смывами с сельскохозяйственных угодий и снижение, в связи с этим, естественной самоочищающей способности речного потока;
- ухудшение условий жизнедеятельности флоры и фауны рек;
- нарушение гидрологического режима рек;
- сокращение водообеспеченности различных отраслей экономики;
- понижение уровня подземных вод и уменьшение дебита естественных водоисточников;
- нарушение красоты природного ландшафта и т.п.

Создание прудов и водохранилищ, являющихся одним их эффективных антропогенных факторов, приносит такие негативные изменения:

- существенная часть водных ресурсов теряется на испарение и фильтрацию;
- слабая проточность водоемов и значительный прогрев воды приводят к интенсивному заилению и зарастанию водоемов, к снижению качества воды;
- изъятие паводочных и половодных вод на заполнение водоемов резко нарушают естественный водный режим рек ниже подпорных (гидротехнических сооружений) т.д.

Для поддержания экологии рек и удовлетворения хозяйственной потребности в воде в руслах рек должны оставаться расходы воды не ниже минимально допустимых, при которых неблагоприятные явления незначительны или отсутствуют вообще. Эти расходы должны обеспечивать:

- 1) скорости течения воды, при которых не происходят процессы заиления и зарастания речного русла;
- 2) концентрацию загрязняющих веществ не выше предельно допустимого значения, включая створ спуска сточных вод;
- 3) влажность почвы в корнеобитаемом слое прилегающих к реке территорий (пойм) на уровне близкой к естественной;
- 4) сохранение должных условий для функционирования водной экосистемы;

- 5) сохранение реки как ценного элемента природного ландшафта;
- 6) условия для спортивного и рекреационного освоения реки и прибрежных территорий;
- 7) должные размеры хозяйственного водоснабжения;
- 8) водный режим реки в нижних бьефах подпорных сооружений на уровне, близком к естественному;
- 9) условия для рыбозаведения.

Главными особенностями природных условий формирования стока и его режима на территории Молдовы являются:

- высокая инфильтрационная способность почв;
- подавляющая часть годовых осадков (70-80%) выпадает в теплый период года (апрель-ноябрь) преимущественно в виде дождей малой интенсивности и продолжительности, дающих незначительный сток; выпадающие в этот период ливни формируют высокий сток только в отдельные годы;
- выпадение в холодную часть года (декабрь-март) продолжительных и мало интенсивных дождей в основном на слабо промерзшую почву;
- частые (особенно на юге) оттепели, вызывающие оттаивание неглубоко промерзшей почвы и снижающие запасы воды в снеге перед наступлением весеннего снеготаяния;
- высокое испарение с поверхности речных бассейнов, составляющее 90-95% от годовой суммы атмосферных осадков;
- снижение с севера на юг годовой суммы осадков, запасов воды в снежном покрове, доли подземного питания рек и увеличение в этом направлении частоты зимних оттепелей.

Природными особенностями Республики Молдова обусловлены в целом низкий сток малых рек и закономерность его территориального распределения. Норма годового стока изменяется от 60 мм на севере до 16 мм на юге, средний коэффициент годового стока соответственно составляет 0,10-0,12 и 0,03-0,04.

В водном режиме рек выделяются фазы: весеннее половодье, летние и зимние паводки, межень (летне-осенняя и зимняя).

Основными антропогенными факторами, которыми оказывается более чем заметное влияние на характеристики стока и элементы гидрологического режима малых рек, являются: агротехнические мероприятия, осушение пойм рек, спрямление русел рек, создание искусственных водоемов, орошение земель, промышленно-коммунальное водоснабжение, урбанизация территорий.

Под воздействием агротехнических мероприятий, спрямления русел рек, осушения пойм рек и с повышением испарения с поверхности речных бассейнов, норма годового стока рек снизилась на 3,5-8,4%. Доказано, что степень уменьшения стока возрастает с повышением распаханности речных бассейнов: при распаханности больше 60% среднее сокращение стока составляет 6,1%.

Искусственные водоемы сокращают годовой сток на величину потерь воды на дополнительное испарение. В средний по водности год, сток снизился в среднем на 5-7%, в маловодный год – на 8-10%, в очень маловодный – на 25-30%.

В настоящее время, из-за спада в экономике страны гидрологическая роль орошения весьма невелика, но в период (1980-1990 гг.), исследования показали, что под влиянием орошения норма годового стока снижалась в большинстве случаев на 5-10%, а по некоторым рекам на – 20-40%.

#### Литература:

1. Водогретский В.Е. Антропогенное изменение стока малых рек. Л.: Гидрометеиздат, 1990.
2. Гатилло П.Д. Филиппович И.М. Об использовании предложений и минимально допустимом расходе воды в реках для охраны природы // Комплексное использование водных ресурсов. – 1977. Вып.5. ВНИИГиМ.
3. Лалыкин Н.В. Методические основы оценки и учета влияния орошения земель и

других хозяйственных мероприятий на сток малых рек (на примере территории Республики Молдова). Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт.техн.наук Минск, 1992.

4. Лалыкин Н.В., Посошин Л.Н. Влияние водохранилищ на годовыесток рек Молдавии // Комплексное использование водных ресурсов. – 1978. Вып.6. ВНИИГиМ.

5. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек.- Л.: Гидрометеиздат, 1979.

## Геоинформационная система для поддержки мониторинга и прогнозирования гидрологического режима рек бассейна Северной Двины

Казаков Э.Э.<sup>1</sup>, Горошкова Н.И.<sup>1</sup>, Георгиевский Д.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия,  
ee.kazakov@gmail.com

Аннотация. В работе обсуждается архитектура и разработка геоинформационной системы, созданной для обеспечения систематизированного хранения, визуализации и статистической обработки гидрометеорологических данных для гидрологических пунктов в бассейне Северной Двины.

Ключевые слова: геоинформационная система, Северная Двина, гидрологический режим.

Бассейн Северной Двины включает множество рек, имеющих важное хозяйственное значение, сама же она является ключевой артерией для всего региона. При этом Северная Двина известна мощными заторами на всем своём протяжении, включая дельту, которые часто приводят к катастрофическим наводнениям, обуславливающим затопление населенных пунктов и большие экономические потери [1]. В течение многих лет ведутся исследования условий формирования и многолетней изменчивости заторных и зазорных процессов на реках бассейна Северной Двины, разрабатываются подходы для их прогнозирования и поддержки принятия решений [2]. Важной частью таких работ являются сбор и обобщение данных многолетних наблюдений гидрологических параметров, исследование их пространственного распределения и динамики.

Разработанная геоинформационная система включает базу данных о гидрологическом режиме рек бассейна Северной Двины за период с 1950 по 2016 годы, и позволяет просматривать связанные с Северной Двиной картографические данные в интерактивном режиме, получать данные о гидрологических и метеорологических наблюдениях на пунктах сети в формате таблиц, графиков, файлов, вводить в базу новые данных сетевых наблюдений, рассчитывать базовые статистические показатели для отдельных пунктов или для всей сети, а также выполнять специализированные расчеты, в том числе прогностические.

Среди всего многообразия возможных решений для организации геоинформационной инфраструктуры была выбрана концепция совместного использования настольной ГИС-платформы и клиент-серверной системы управления базами данных (СУБД). При этом СУБД может размещаться на локальном компьютере пользователя, в локальной сети или в сети Интернет, в зависимости от потребностей, требований к безопасности и необходимости в организации совместной работы. В качестве функциональной основы была выбрана ГИС платформа с открытым исходным кодом QGIS, для которой с помощью интерфейса расширений (основанного на языке программирования Python) был разработан специализированный программный блок, добавляющий возможности связи с базой данных гидрометеорологических наблюдений, а также ряд инструментов для их исследования и обработки. Использование базовой ГИС QGIS позволяет решить одновременно несколько попутных задач: во-первых, пользователи автоматически получают доступ к множеству стандартных ГИС-инструментов, от простых, связанных с добавлением внешних пространственных данных и различными опциями картографических визуализаций, до сложных, включающих морфометрический анализ и расчёт дополнительных гидрологических характеристик. Во-вторых, благодаря тому, что QGIS это программное обеспечение с открытым исходным кодом, отсутствуют лицензионные и экономические ограничения на его использование, и внедрение разработанного расширения и базы данных может быть осуществлено без промедления в любое Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Важно отметить, что открытое программное обеспечение в целом занимает всё более заметное положение в индустрии средств для работы с пространственными данными, а по функциональным возможностям практически не уступает классическим коммерческим геоинформационным платформам и инструментам [3].

База данных также реализована с использованием программного обеспечения с открытым исходным кодом - СУБД PostgreSQL с модулем поддержки пространственных данных PostGIS. Содержащиеся в ней данные подразделяются на три категории: пространственные (картографические) данные (границы водосборного бассейна, речная сеть, пункты гидрометеорологических наблюдений, картографическая основа), данные наблюдений (связанные с пунктами гидрометеорологических наблюдений суточные записи о зарегистрированных уровнях и расходах воды, ледовых явлениях, толщине льда), а также вспомогательные данные (картографические стили, автоматически подгружаемые в QGIS из СУБД, метаданные о проекте в целом и другие).

Благодаря программному расширению, пользователь из интерфейса QGIS подключается к СУБД, автоматически получая в интерфейсе своей ГИС все наборы пространственных данных с картографическим оформлением, и имеет несколько специальных инструментов для работы с данными наблюдений. Помимо возможностей проанализировать ряды наблюдений на любом гидропосте в виде таблицы или графика, внести обновленную информацию, рассчитать статистические показатели за произвольные диапазоны времени для гидропоста или всей сети, с помощью специального интерфейса можно также выполнить прогноз максимального (заторного) уровня весеннего половодья. Прогноз основан на надёжных эмпирических зависимостях максимальных весенних уровней от обуславливающих их факторов: максимальных уровней вначале ледостава, максимальных толщин льда и расходов (уровнях) воды вскрывающих реку на вышерасположенных створах.

Созданная ГИС и её инструменты помогли более детально исследовать особенности гидрологического режима рек бассейна Северной Двины [4], в том числе его изменчивость вследствие изменений климата и антропогенного воздействия, и продолжают быть важным инструментом для быстрого доступа к архиву данных, его пополнению и анализу. Разработанное расширение QGIS для открытой настольной ГИС-платформы, обеспечивающее работу с данными наблюдений непосредственно из интерфейса ГИС, может быть использовано также и для других районов.

#### Литература

1. Агафонова С. А., Фролова Н. Л. Особенности ледового режима рек бассейна Северной Двины // Водные ресурсы. – 2007. – Т. 34. – №. 2. – С. 141-149.
2. Бузин В. А., Горошкова Н. И., Стриженко А. В., Палкина Д. А. Зависимости для прогнозов максимальных заторных уровней воды Сухоны, Юга и Малой Северной Двины и влияние на них климатических и антропогенных факторов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. - 2014. - №. 36. - С. 12-21.
3. Steiniger S., Hunter A. J. S. Free and open source GIS software for building a spatial data infrastructure // Geospatial free and open source software in the 21st century. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. – С. 247-261.
4. Отчёт ФГБУ «ГГИ»: «Разработать геоинформационную систему мониторинга гидрологического режима р. Северная Двина в зимне-весенний период для оценки вероятности возникновения опасных заторных наводнений». СПб: ФГБУ «ГГИ», 2019, 111 с.

#### Geoinformation system for hydrological monitoring and forecasting support in Northern Dvina river watershed basin

Kazakov E.E.<sup>1</sup>, Goroshkova N.I.<sup>1</sup>, Georgievskiy D.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - State Hydrological Institute, Saint Petersburg, Russia, ee.kazakov@gmail.com

Annotation. The work discusses the architecture and development of a geoinformation system designed to provide systematic storage, visualization and statistical processing of hydrometeorological data for gauges in the Northern Dvina basin.

Keywords: geoinformation system, Northern Dvina, hydrological regime.

## Термохалинная адвекция через Датский пролив

Кирилова А.А.<sup>1</sup>, Гордеева С.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
 kirilova.anastasia.a@gmail.com

<sup>2</sup> Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН, Москва

Аннотация. Представлены основные выводы исследования пространственно-временной изменчивости объемного расхода и потоков тепла и солей через Датский пролив на широтном разрезе 66° с.ш. (23.5° - 36.25° з.д.) за период 1993-2016 гг. Выявлено, что в целом интегральные потоки через разрез направлены на юг и в среднем составляют: объемный расход  $2,4 \pm 2,1$  Св, поток тепла  $281,6 \pm 80,1$  ТВт, поток соли  $83,8 \pm 67,4$  Кт·с<sup>-1</sup>. Ключевые слова: Датский пролив, течение Ирмингера, Восточно-Гренландское течение, объемный расход, поток тепла

Датский пролив представляет собой уникальный объект исследования ввиду особенностей его гидрологического режима, так как через него проходит основной поток арктических вод в Атлантику, представленный Восточно-Гренландским течением, а также течение Ирмингера – ответвление Северо-Атлантического течения. Этот район привлекает внимание многих исследователей в связи с текущим потеплением Арктики [Våge и др., 2011, 2013; Филюшкин, Мошонкин, 2013; Andrews, Jennings, 2014; Лебедев, Филюшкин, 2019; Lundrigan, Demirov, 2019]. Здесь встречаются две водные массы, значительно различающиеся по своим характеристикам: воды атлантического происхождения и воды полярного происхождения. А в результате такого взаимодействия водных масс проявляется исключительно важная особенность Датского пролива – наличие полярного фронта [Солянкин, 1962].

В данном исследовании оценка термохалинной адвекции производилась на широтном разрезе по 66° с.ш. между островами Исландия и Гренландия. Особенностью выбранного разреза является его расположение над наименее глубокой частью впадины морского дна Датского пролива. Исходными данными служили среднемесячные значения меридиональной скорости течения, температуры и солёности, представленные на портале Европейской программы наблюдения Земли из космоса Copernicus (The European Earth Observation Programme Copernicus Marine Environment Monitoring Service – CMEMS) за период с января 1993 г. по декабрь 2016 г. [Mertz, Mulet, 2020; Архив, 2020].

Оценки интегральной по глубине термохалинной адвекции через Датский пролив (объемный расход и потоки тепла и соли) рассчитывались с использованием следующих формул:

$$Q = v \cdot S,$$

$$Q_t = C_p \cdot (T - \theta) \cdot v \cdot \rho \cdot S,$$

$$Q_s = S_w \cdot v \cdot \rho \cdot S,$$

где  $Q$  – объемный расход, м<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup>,  $Q_t$  – поток тепла, Вт·м<sup>-1</sup>,  $Q_s$  – поток соли, г·с<sup>-1</sup>,  $v$  – скорость течения, м·с<sup>-1</sup>,  $C_p$  – удельная теплоемкость воды, Дж·кг<sup>-1</sup>·°С<sup>-1</sup>,  $T$  – температура воды, °С,  $\theta$  – температура замерзания, °С,  $S_w$  – солёность воды, епс,  $\rho$  – плотность воды, кг·м<sup>-3</sup>,  $S$  – площадь поперечного сечения потока, м<sup>2</sup>. Размерность расхода воды: Св (Свердруп), Св = 10<sup>-6</sup> м<sup>3</sup>/с.

В результате исследования было выявлено, что основные струи Восточно-Гренландского течения и течения Ирмингера располагаются в подповерхностном слое, на глубине 300-400 м, на восточном шельфе Гренландии и западном шельфе Исландии, соответственно. Средние многолетние характеристики в стрежнях течений составляют: для течения Ирмингера – скорость 16 см·с<sup>-1</sup>, температура воды 6 °С, солёность 35,1 епс; для Восточно-Гренландского течения – скорость 8 см·с<sup>-1</sup>, температура воды 3,5-4 °С, солёность 34,9 епс.

В среднем объемный расход через пролив направлен на юг и составляет  $2,4 \pm 2,1$  Св. Основная составляющая, определяемая Восточно-Гренландским течением, имеет годовую периодичность и составляет  $6,6 \pm 1,6$  Св. Поток воды, направленный на север, не имеет выраженного внутrigодового хода и составляет  $4,2 \pm 1,3$  Св. Тепловой поток в среднем составляет

119,3 ± 102,5 ТВт и в целом направлен на юг. Южная составляющая имеет выраженную годовую периодичность и переносит 281,6 ± 80,1 ТВт тепла, а поток в направлении на север не имеет выраженного внутригодового хода и составляет 162,3 ± 62,9 ТВт. Поток соли через пролив также направлен на юг и составляет 83,8 ± 67,4 Кт·с<sup>-1</sup>. Поток соли, определяемый Восточно-Гренландским течением, имеет годовую периодичность и составляет 224,9 ± 55,1 Кт·с<sup>-1</sup>, а поток соли, определяемый течением Ирмингера 141,0 ± 42,8 Кт·с<sup>-1</sup>.

Все потоки в направлении на юг, определяемые Восточно-Гренландским течением, в долговременной изменчивости не имеют статистически значимого тренда. А потоки, определяемые течением Ирмингера обладают положительным трендом, усиливающимся 2012 г., а также длиннопериодным колебанием, которое проявилось усилением потока летом 1996, 2004, 2011 и 2015-16 гг, что привело к повороту общего потока воды через Датский пролив на север.

### Литература

1. Архив данных ARMOR3D L4, сборка MULTIOBS\_GLO\_PHY\_REP\_015\_002 / Сайт европейской программы наблюдений за Землей из космоса Copernicus. Электронный ресурс. Доступ: <https://resources.marine.copernicus.eu/> (требуется авторизация, 08.09.2020)
2. Лебедев К.В., Филюшкин Б.Н., Кожелупова Н.Г. Водобмен полярных морей с Атлантическим и Северным Ледовитым океанами на основе наблюдений АРГО // Океанологические исследования. 2019. Том 47, № 2. С. 183–197. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2019.47(2).11
3. Солянкин Е.В. Некоторые особенности гидрологии Датского пролива. По материалам рейса э/с «Севастополь» летом 1958 // Труды ВНИРО. 1962. Т. 046, Сб. 1. С. 74 – 91.
4. Филюшкин Б.Н., Мошонкин С.Н. Моделирование многолетней и сезонной изменчивости расхода вод придонного течения в Датском проливе // Океанология. 2013. Том 53, № 6. С. 725–736
5. Andrews J.T., Jennings A.E., Multidecadal to millennial marine climate oscillations across the Denmark Strait // *Climate of the Past*. 2014. N 10. P. 325–343.
6. Lundrigan S., Demirov E., Mean and eddy-driven heat advection in the ocean region adjacent to the Greenland-Scotland Bridge derived from satellite altimetry // *Journal of Geophysical Research*. 2019. Vol. 124. Pp. 2239-2260
7. Mertz F., Mulet S. Product user manual for global ocean multi observation products MULTIOBS\_GLO\_PHY\_REP\_015\_002. /Сайт европейской программы наблюдений за Землей из космоса Copernicus. Электронный ресурс. Доступ: <https://resources.marine.copernicus.eu/> (требуется авторизация, 08.09.2020)
8. Våge K., Pickart R. et al. Significant role of the North Icelandic Jet in the formation of Denmark Strait overflow water // *Nature Geoscience*. 2011. Vol. 4. P. 723-727.
9. Våge K., Pickart R. et al. Revised circulation scheme north of the Denmark Strait // *Deep-Sea Research I*. 2013. N 79. Pp. 20–39

### Volume, Heat and Salt transport through the Denmark Strait

Kirilova A.A.<sup>1</sup>, Gordeeva S.M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg,  
*kirilova.anastasia.a@gmail.com*

<sup>2</sup> Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract. The spatial-temporal variability of the volume, heat and salt transport through the Denmark Strait at the latitudinal section of 66° N (23.5°-36.25° W) for the period 1993-2016 is studied. On average volumetric flow, heat and salt fluxes through the section are directed to the south and amount to: volumetric flow rate 2.4 ± 2.1 Sv, heat flux 281.6 ± 80.1 TW, salt flux 83.8 ± 67.4 Kt·s<sup>-1</sup> was found.

Key words: Danish Strait, Irminger Current, East Greenland Current, volume transport, heat transport, salt transport.

## Исследование распределения биогенных элементов в Кандалакшском заливе Белого моря в летний период по натурным данным

Кирилова А.А.<sup>1</sup>, Фролова Н.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург*

*kirilova.anastasia.a@gmail.com*

Ключевые слова: Белое море, Кандалакшский залив, «Трансарктика-2019».

По данным, полученным в ходе 3 этапа экспедиции «Трансарктика-2019», проводится анализ распределения измеренных характеристик – температуры, солёности, концентрации растворенного кислорода и биогенных элементов, а также рН. Так, согласно комплексному анализу двух разрезов в Кандалакшском заливе, наблюдается характерная картина распределения гидрологических характеристик для Белого моря, однако, выделяются области локальных максимумов содержания биогенных элементов и были рассмотрены причины их возникновения.

В настоящее время существует особо сильное влияние климатических изменений на арктические экосистемы, особенно в виду усиления антропогенного присутствия в арктическом регионе. Из-за такого сильного воздействия природа Арктики особо уязвима, поэтому мониторинг арктических областей актуален на сегодняшний день. Одним из направлений мониторинга является наблюдение за состоянием водной экосистемы, в частности компонентами химического состава морских вод.

Цель данного исследования заключалась в том, чтобы обнаружить особенности пространственного распределения биогенных элементов, а также объяснить происхождение локальных аномалий концентрации элементов на разрезах в Кандалакшском заливе

Исходные данные были получены в ходе 3 этапа экспедиции Трансарктика-2019 на НИС «Профессор Молчанов». Данные о температуре и солёности на поверхности моря были получены при помощи водного термометра в оправе ОТ-51 и электросолемера ГМ-2007, для которого проба воды отбиралась с горизонта 0 метров. На горизонтах ниже 5 метров данные были получены при помощи CTD-зонда SBE 19plus V2, который вошёл в состав пробоотборного комплекса SBE 32c Carousel. Пробы морской воды, доставленные на поверхность, использовались для дальнейшего гидрохимического анализа. Данные о количестве растворенного газа (кислорода) получены при использовании портативного оксиметра HI 9146 HANNA, значения рН воды определялись с использованием рН-метра «Эксперт». Данные о биогенных элементах были получены в соответствии со стандартными методиками гидрохимического анализа для морских вод, а именно по РД 52.10.738–2010 (Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом), РД52.10.740–2010 (Массовая концентрация азота нитритного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса), РД 52.10.744–2010 (Массовая концентрация кремния в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы молибдокремневой кислоты), РД 52.10.745–2010 (Массовая концентрация азота нитратного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редукторе), РД 52.10.773–2013 (Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера). На исследуемых разрезах данные по гидрохимическому анализу имеются на поверхности и глубинах 10 и 30 м, а также у дна, где дном принимается самая глубокая точка отбора.

В исследовании рассмотрены 2 разреза Кандалакшского залива, выполненные между пунктами режимных гидрохимических наблюдений ГСН на реках бассейна Белого моря. Так, на первом разрезе между пунктами «ж.д. Мост» (пункт 7) и «порт Паялка» (пункт 5) (рис. 1) выполнено 4 станции и на втором разрезе между пунктами «с. Гридино» (пункт 8) и «с. Варзуга»

(пункт 4) выполнено 3 станции. Географической особенностью первого разреза является то, что он находится в узкой части залива, перед его расширением к центральной части моря, и располагается между мысом Титов по южному берегу залива и мысом Кочинный на северном берегу. В дальнейшем этот разрез будем называть разрезом между мысами. Второй разрез находится в мористой части залива, что и определило его название.

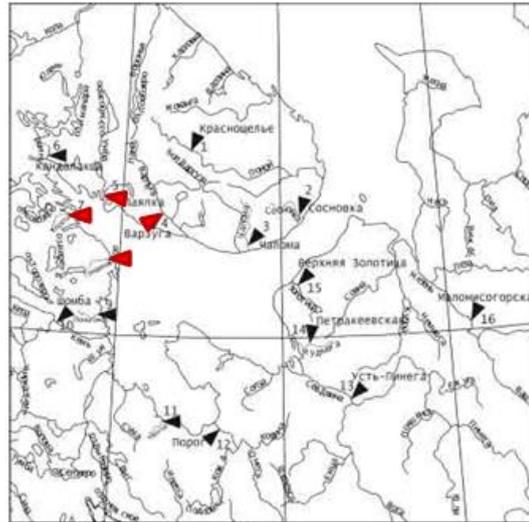


Рисунок 1 – Карта-схема расположения пунктов режимных гидрохимических наблюдений ГСН на реках бассейна Белого моря. (Иванов, Брызгалов, 2003)[1]

В ходе работы были построены разрезы по температуре, солёности, распределению содержания кислорода и pH, а также разрезы распространения биогенных элементов.

Распределение температуры и солёности характерно для Белого моря в летний период [2], а именно наблюдается прогрев поверхностного слоя вод до 12 °С и наблюдается сезонный термоклин, располагающийся на горизонтах 25-35 м (рис. 2 а). В направлении к открытому морю наблюдается поднятие сезонного термоклина до горизонта 18-30 м (рис. 3 а). У дна на разрезе в мористой части залива на глубинах ниже 70 м температура воды отрицательна и достигает -1,3°С на глубине 250 м (рис. 3 а). Распределение солёности позволяет определить приповерхностный галоклин на глубинах 5-15 м (рис. 2 б). В направлении к открытому морю происходит осолонение вод и опускание галоклина до глубины 25 м. Во впадине, на глубине 250 м солёность достигает 29,5 епс (рис. 3 б).

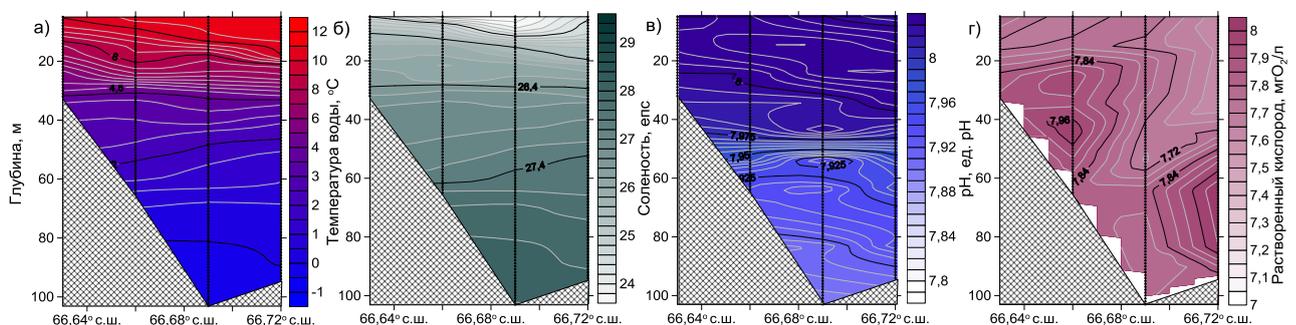


Рисунок 2 – Распределение температуры, °С (а), солёности, епс (б), водородного показателя, ед.рН (в) и концентрации растворенного кислорода, мгO<sub>2</sub>/л (г) на разрезе между мысами Титов и Кочинный

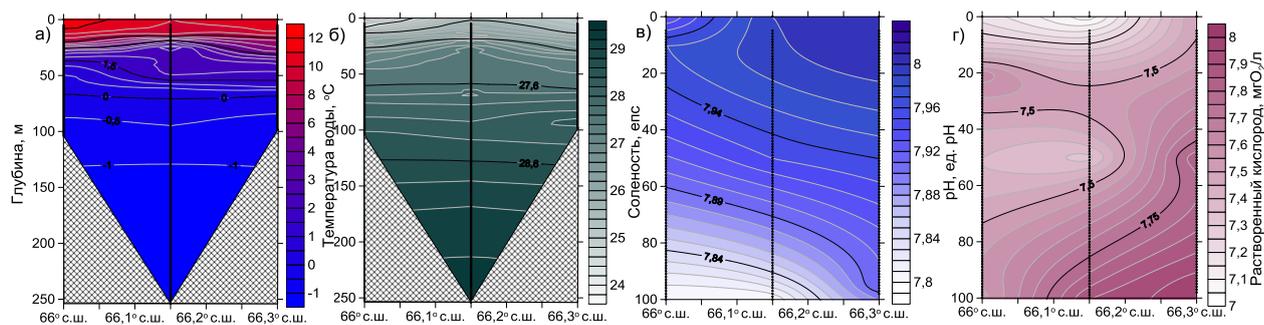


Рисунок 3 – Распределение температуры, °С (а), солёности, ‰ (б), водородного показателя, ед.рН (в) и концентрации растворенного кислорода, мгО<sub>2</sub>/л (г) на разрезе в мористой части залива

На разрезе между мысами по характеристикам температуры и солёности можно выделить теплую распресненную водную массу, вносимую в исследуемую область поверхностным стоком рек с северного берега.

В распределении водородного показателя (рН) характерным является уменьшение показателя рН с увеличением солёности [3]. Также на разрезе между мысами на глубинах 48-54 м можно выделить высокоградиентную зону изменения рН, составляющую порядка 0,05 ед рН/10м (рис. 2 в). В свою очередь, распределение растворенного кислорода тесно связано со способностью растворимости газов в воде: так, с уменьшением температуры наблюдается повышение растворяющей способности и, следовательно, наблюдается увеличение концентрации растворенного кислорода [4]. С глубиной в целом не наблюдается тенденции к уменьшению концентрации растворенного кислорода и воды даже в придонном слое насыщены кислородом (рис. 2, 3 в).

На разрезах распределения биогенных элементов наблюдаются локальные максимумы концентрации исследуемых элементов. Комплексный анализ распределения биогенных элементов позволяет выделить несколько очагов их распространения. Первой выделим область на поверхности разреза между мысами. Как было указано выше, по происхождению ее стоит соотнести с поверхностным стоком, поступающим с северного берега залива вблизи мыса Кочинный. В этой области наблюдаются локальные максимумы кремния (до 116 мкгSi/л) и азота нитратного (до 33,6 мкгN-NO<sub>3</sub>/л). Следующей выделяется область аномалии концентрации биогенных элементов на том же разрезе между мысами на глубинах от 10 до 30 м. Аномалия локализуется у южного берега залива, вблизи мыса Титов, и характеризуется частичным выносом биогенных элементов к центру исследуемого разреза. Так, в непосредственной близости от мыса Титов наблюдается локальный максимум азота нитритного (до 16 мкгN-NO<sub>2</sub>/л) и азота нитратного (до 23 мкгN-NO<sub>3</sub>/л), а некоторый «шлейф» концентрации к центру разреза наблюдается у двух исследуемых элементов: азота аммонийного (до 6,4 мкгN-NH<sub>4</sub>/л) и кремния (до 113 мкгSi/л). Также обнаруживается область локального максимума биогенных элементов на поверхности разреза в мористой части залива. Здесь есть локальный максимум азота нитратного (до 33 мкгN-NO<sub>3</sub>/л) и фосфатов (до 15,3 мкгPO<sub>4</sub>/л).

Как было показано ранее, вода до дна насыщена растворенным кислородом, в виду чего создаются окислительные условия. В свою очередь для исследуемых элементов, устойчивых в окислительных условиях (PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Si), закономерно увеличение их концентрации ко дну. Действительно, ниже фотического слоя, наблюдается увеличение концентрации окисленных биогенных элементов и максимум их концентрации достигается у дна: 21 мкгPO<sub>4</sub>/л, 162 мкгN-NO<sub>3</sub>/л, 442 мкгSi/л. В единицах ПДК придонные концентрации составляют 0,2 ПДК для фосфатов, <0,1 ПДК для нитратов и 1,2 ПДК для кремния в пробах [5].

В результате исследования были рассмотрены особенности распределения основных компонент главного биогенного цикла и определено происхождение поверхностной аномалии концентрации биогенных элементов у мыса Кочинный.

### Литература

1. Филатов, Н.Н. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов / Н.Н. Филатов, А.Ю. Тержевик– Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. - 349 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том II Белое море, вып.1. - Ленинград: Гидрометеоздат, 1991. – 241с.
3. Алекин, О.А. Химия океана: Учебник / О.А. Алекин, Ю.И. Ляхин – Ленинград: Гидрометеоздат, 1984. – 344с.
4. Никаноров А. М. Гидрохимия: Учебник - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб: Гидрометеоздат, 2001. - 444 с.
5. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2017. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2018. - 220 с.

### **Research of the distribution of nutrients in Kandalaksha bay of White sea during summer period based on natural data**

**Kirilova A.A.<sup>1</sup>, Frolova N.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg*

Abstract. According to the data obtained during the 3<sup>rd</sup> stage of the Transarctic-2019 expedition, the distribution of temperature, salinity, concentration of dissolved oxygen, pH and nutrients was reviewed in this research. There is comprehensive analysis of two sections in the Kandalaksha Bay.

Key words: White Sea, Kandalaksha Bay, Transarctic-2019.

## Гидравлическое моделирование способов защиты от размыва берегов Нижней Кубани

Клавен А.Б.<sup>1</sup>, Копалиани З.Д.<sup>1</sup>, Месерлянс Г.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБУ «Государственный гидрологический институт», Санкт-Петербург, Россия,  
*channel-lab@mail.ru*

Аннотация. На гидравлической модели, включающей две излучины Нижней Кубани, исследовались способы защиты от размыва вогнутых берегов русла и установлены наиболее эффективные.

Ключевые слова: моделирование, меандрирование, пляж, плесовая лощина, спрямляющая прорезь, спрямляющая протока, пойма, срезка пляжа, защитная дамба, скорость потока.

1. Многие излучины Нижней Кубани в ходе своего развития приближаются к дамбам, защищающим пойму с размещенными на ней объектами жизнедеятельности человека от затопления полыми водами. Еще в конце XIX века угроза разрушения дамб речным потоком вынуждала переносить их (где была такая возможность) вглубь поймы или принимать меры, уменьшающие темпы размыва вогнутых берегов излучин. Однако эти меры назначались проектировщиками интуитивно, опираясь лишь на недостаточный практический опыт.

2. В настоящее время проблема значительно обострилась как по увеличению опасных мест сближения русла с защитными дамбами, так и по существенному уменьшению свободных мест для переноса дамб вглубь поймы. Поэтому в современных условиях практически единственным вариантом защиты от размыва ограждающих русло дамб остаются только способы прекращения или существенного замедления размыва собственно вогнутых берегов меандрирующего русла. Эти способы были известны и раньше, но, как отмечено выше, обсуждались и даже применялись специалистами без должного научно-методического обоснования.

3. Отмеченный пробел в прежних работах был несколько прояснен экспериментами, выполненными в Русловой лаборатории Государственного гидрологического института в ходе комплексных исследований гидрологического режима и русловых процессов Нижней Кубани. В результате анализа меандрирующего русла Нижней Кубани был выбран характерный для неё участок, включающий две сопряженных излучины: верхнюю по течению – крутую, и примыкающую к ней – пологую. Этот участок был воспроизведен на гидравлической модели в двух вариантах: с деформируемым дном и с недеформируемым дном. В обоих вариантах масштаб плана и глубин был единым 1:150, поэтому все 3 условия подобия (геометрическое, кинематическое и динамическое) были выполнены.

4. Подобие не только турбулентного модельного потока натурному потоку в излучинах, но и механизма его взаимодействия с вмещающим его руслом показано деформируемой моделью, на которой поток с расходом воды в бровках поймы сформировал в предварительно выглаженном русле прямоугольного поперечного сечения мезоформы руслового рельефа в виде пляжей у выпуклых берегов и плесовых лощин у вогнутых берегов.

Способность модельного потока формировать рельеф, подобный натурному, открывает возможность перейти от деформируемой модели к недеформируемой и уже на ней вполне оперативно по времени и надежно по точности выполнить сравнительную оценку эффективности разных предложений стабилизации размываемых вогнутых берегов излучин через измерение скоростей потока в поверхностном слое крутой и пологой излучин. Недеформируемая модель показана на рисунке (вид по течению).



Рисунок 1– Общий вид гидравлической модели двух излучин Нижней Кубани

5. На недеформируемой модели были рассмотрены 4 способа стабилизации вогнутого берега крутой излучины:

- а) устройство прорези в прикорневой части пляжа выпуклого берега;
- б) расчистка пляжей крутой и пологой излучин;
- в) устройство прорези в прикорневой части пляжа крутой излучины и отсыпка изъятого грунта в плесовую ложину крутой излучины;
- г) устройство спрямляющей протоки на левобережном пойменном массиве.

Для всех четырех способов были детально измерены поверхностные скорости течения при расходе воды, наполняющем русло в пойменных бровках (так называемом руслоформирующем расходе).

Детальный анализ поля поверхностных скоростей приводит к выводу о том, что наиболее эффективным способом их уменьшения (до 30%) является устройство прорези в прикорневой зоне пляжа выпуклого берега. При этом в пологой излучине скоростное поле потока существенно не изменяется. Заметим, однако, что пляжи выпуклых берегов излучин – это всегда зона аккумуляции русловых наносов. Поэтому устроенная прорезь должна периодически расчищаться.

Несколько меньший эффект дает срезка пляжей крутой и пологой излучин.

Устройство прорези в прикорневой части пляжа с отвалом грунта в плесовую ложину может быть эффективной мерой стабилизации вогнутого берега, если ложина будет засыпана не пляжным грунтом, а тугопластичной глиной, исключая последующий размыв ложины.

Устройство спрямляющей протоки на левобережной пойме в исследованном варианте оказалось малоэффективным. Однако, этот способ, оказавшийся существенно действенным на других реках, может быть полезным и на исследованном участке Нижней Кубани, если несколько изменить местоположение истока и устьевой зоны протоки.

## **Hydraulic modeling of scour protection methods of the Lower Kuban River banks**

**Klaven A.B.<sup>1</sup>, Kopaliani Z.D.<sup>1</sup>, Meserlyans G.G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *State Hydrological Institute, Saint-Petersburg, Russia,  
channel-lab@mail.ru*

Abstract. The scour protection methods of concave river banks are studied on a hydraulic model that envelopes two meander scrolls of the Lower Kuban River. The most effective ones are determined.

Key words: modeling, meandering, beach, pool, aligning slot, aligning branch, floodplain, partial cutting of beach, protection dam, flow velocity.

## Сток и вынос биогенных элементов с лесных водосборов Карелии при разных сценариях вырубки леса

Кондратьев С.А.<sup>1</sup>, Карпечко Ю.В.<sup>2</sup>, Шмакова М.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБУН Институт озераедения РАН, СПб, Россия, kondratyev@limno.org.ru

<sup>2</sup> – Институт леса — обособленное подразделение ФГБУН Федерального  
исследовательского центра «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия,  
yukarpechko@yandex.ru

Аннотация. Предложена модель стока и выноса биогенных элементов с лесного водосбора, описывающая динамику изучаемых процессов при естественном развитии древостоя и в процессе лесовосстановления после вырубки.

Ключевые слова: математическая модель, испарение, сток, вынос биогенных элементов, вырубка леса

Около 50 % территории Европейского Севера России занято лесами. Леса представляют собой сложные природные объекты, различающиеся по многим характеристикам: породному составу, условиям произрастания древостоя, его продуктивности, возрасту и другим. Роль леса в гидрофизических и гидрологических процессах еще слабо исследована, так как он относится к природным объектам, в которых очень трудно проводить экспериментальные воднобалансовые исследования. Значительную сложность представляет организация измерения испарения с леса существующими методами натурных исследований. Вместе с тем, испарение относится к тем элементам водного баланса водосборов, которые в наибольшей степени зависят от антропогенного воздействия, определяющего преобразование количественных и качественных характеристик водных ресурсов территорий. При отсутствии наблюдений часто приходится прибегать к методам математического моделирования. Динамика испарения с леса на различных этапах его развития является исходной информацией для моделирования гидрологического режима лесных водосборов, стока с них и выноса химических веществ, а также для оценки влияния антропогенной деятельности на сток малых рек и определения экологического ущерба, уже причиненного лесохозяйственной деятельностью [1, 4].

Целью настоящего исследования является оценка воздействия лесохозяйственных мероприятий на сток и вынос биогенных веществ с лесных водосборов Карелии с использованием методов математического моделирования.

В качестве объекта исследования выбран водосбор реки Бол. Велмуksы площадью 139 км<sup>2</sup>, расположенный в Пудожском районе Республики Карелия и входящий в водосбор одного из крупнейших притоков Онежского озера – р. Водлы. Практически весь водосбор р. Бол. Велмуksы покрыт лесом (94%). Хвойные породы занимают 65% лесопокрытой части водосбора, 13% этой территории заняты сосновыми лесами, 52% - еловыми. На остальной покрытой лесом части водосбора произрастают мягколиственные породы, среди которых основное место занимают березняки – 34% и около 1% осиновые леса. Средний возраст сосняков и ельников 85 – 90 лет, а березняков – 50 лет. Озера занимают на водосборе менее 1% всей его площади, а заболоченность составляет чуть больше 3%.

В качестве основного инструмента для моделирования стока с водосбора использована гидрологическая модель формирования стока с водосбора *IL\_HM* - *Institute of Limnology Hydrological Model* (Свидетельство о государственной регистрации № 2015614210 от 09.04.2015 г.) разработана в Институте озераедения РАН [3] и предназначена для расчетов гидрографов талого и дождевого стока с водосбора, а также уровня воды в водоеме. Совместно с Институтом леса Карельского научного центра РАН разработана модель для расчета испарения с лесных массивов *EVAP\_FOR* (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019662377) [2, 3]. Модель обеспечивает месячными значениями слоев испарения модель формирования стока.

Для расчета выноса биогенных элементов с лесного водосбора, сформировавшегося в

результате разложения опада растительного покрова, известна зависимость объема выноса в пределах изучаемого водосбора от количества рассматриваемых растительных сообществ, коэффициента, характеризующий возможный вынос со стоком рассматриваемого биогенного элемента при разложении растительного опада, удельного количества биогенного элемента, ежегодно поступающего на водосбор с растительным опадом и каждого растительного сообщества в пределах изучаемого водосбора.

В соответствии с результатами моделирования гипотетическая вырубка 50% леса на водосборе Бол. Велмуksы может привести к резкому снижению листового опада и, соответственно к снижению выноса биогенных элементов, образующихся в результате его разложения. Для условий проведенной имитации первоначальный вынос снизится на 7.3 т/год или 34% от уровня 2018 г. для азота и на 0.17 т/год или 33% для фосфора. Далее по мере лесовосстановления через 55 лет значения выноса азота и фосфора восстановятся до уровня 2018 г. Затем последует небольшое увеличение как стока, так и выноса биогенных элементов, связанное с продолжением лесовосстановления хвойных пород вплоть до 80-го года после вырубки. Максимальное возможное снижение показателей выноса можно ожидать в первые годы после 100%, которые составят 14.3 тN/год и 0.35 тP/год. Аналогичный характер будет иметь динамика стока и выноса биогенных элементов при реальных вырубках как на изучаемых водосборах, так и на единичных экспериментальных площадках с однородным лесным покрытием.

#### Литература

1. Карпечко Ю. В., Лозовик П.А., Федорец Н. Г. Баланс химических элементов в сосняке и ельнике Карелии // Лесоведение. 2018. No 2. с. 107–118.
2. Карпечко Ю.В., Кондратьев С.А., Родионов В.З., Шмакова М.В. Особенности формирования испарения в различных по возрасту, условиям произрастания и продуктивности лесах // Гидрометеорология и экология. Ученые записки РГГМУ. 2020 № 1 (58). С. 49 – 69.
3. Кондратьев С.А., Шмакова М.В. Математическое моделирование массопереноса в системе водосбор – водоток - водоем. СПб: Нестор-История. 2019. 246 с.
4. Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 118 с.

### **Runoff and nutrient removal from forest catchment of Karelia for different scenarios of forest cutting down**

**Kondratyev S. A.<sup>1</sup>, Karpechko Yu.V.<sup>2</sup>, Shmakova M. V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>– *Institute of Limnology of Russian Academy of Sciences kondratyev@limno.org.ru*

<sup>2</sup>– *Forest Research Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, yukarpechko@yandex.ru*

Abstract. The purpose of this study is to assess the impact of forestry activities on the runoff and nutrient removal from the forest catchments of Karelia using mathematical modeling.

Key words: mathematical model, evaporation, runoff, removal of nutrients, deforestation

## Диффузное загрязнение р. Волга нефтепродуктами на участке Бурнаковской низины в Нижнем Новгороде

А.В. Кучмин<sup>1</sup>, В.А. Обязов<sup>2</sup>, И.И. Подлипский<sup>3</sup>, А.Ю. Виноградов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – ООО "Инженерное дело", г. Выборг, info@ingdelo.ru

<sup>2</sup> – Институт водных проблем РАН, Москва, obviaf@mail.ru

<sup>3</sup> – ООО НПО "Гидротехпроект", г. Валдай, info@npogtp.ru

Аннотация: Представлены результаты исследования степени загрязнения почв, грунтов, подземных вод, вод и донных отложений водных объектов Бурнаковской низины г. Нижнего Новгорода как факторов, определяющих диффузное загрязнение р. Волги нефтепродуктами.

Ключевые слова: р. Волга, Бурнаковская низина, нефтепродукты, диффузное загрязнение

Одним из источников диффузного загрязнения р. Волги является территория в г. Нижний Новгород, традиционно называемая Бурнаковской низиной, в пределах которой по береговой линии в течение многих лет отмечается поступление нефтепродуктов в реку, особенно в весенний период.

Более 100 лет с 1880-х до 1980-х гг. на этой территории осуществлялась деятельность по хранению, переработке и транспортировке нефтепродуктов, приведшая к существенному загрязнению грунтов, подземных и поверхностных вод, донных отложений. К основным источникам загрязнения исследуемой территории в разное время относились Сормовская нефтебаза, завод "Нефтегаз", ООО "Нефтемаслозавод "Варя", Горьковский нефтемаслозавод имени 26 Бакинских комиссаров, машиностроительный завод и др.

Целью исследования, являлась оценка степени загрязнения почв, грунтов, подземных вод, вод и донных отложений водных объектов Бурнаковской низины как факторов, определяющих качество вод р. Волги.

Вопрос оценки состояния Бурнаковской низины возникал неоднократно в связи с появлением на акватории Волги нефтяных пятен. Наиболее активные исследования начались в конце 1980-х гг. В результате исследований выполненных в 1989, 1996, 2000 гг. выяснилось, что толща грунтов и водоносные горизонты подвержены интенсивному загрязнению нефтепродуктами. В пределах области разгрузки водоносного горизонта наблюдалось скопление жидких нефтепродуктов на поверхности водоносного горизонта мощностью от пленки до 0,4 м. Дополнительные исследования проводились в 2008, 2013, 2014 гг. и подтвердили высокое содержание нефтепродуктов в почве, поверхностных водах и донных отложениях.

В результате анализа результатов обследований прошлых лет, было принято решение об увеличении площади обследования.

Полевые работы в 2019 г. выполнялись в два этапа в апреле и июле, в рамках которых проводилась литогеохимическая поверхностная съемка (масштабом 1:40000 на первом этапе и 1:20000 на втором этапе), заложение мониторинговых скважин и отбор проб грунтовых вод, отбор проб поверхностных вод из водоемов и водотоков территории исследования. Кроме того, на первом этапе в программу работ входили геоботаническое и ландшафтное картирование территории, первичные почвенные исследования, а на втором - бурение скважин до глубины водоупорного горизонта (20-24 м) с послойным отбором проб грунта и отбор проб донных отложений.

Почвы и поверхностный слой грунта Бурнаковской низины загрязнены нефтепродуктами преимущественно в районе бывшей Сормовской нефтебазы и в зоне, прилегающей к сбросному каналу Сормовской ТЭЦ, а также на территории бывшего завода "Нефтегаз". Концентрация нефтепродуктов в этих местах достигает 1200-1300 мг/кг.

Данные о содержании нефтепродуктов в почвах имеют асимметричное распределение, дающее основание предполагать, что источниками загрязнения являются не только объекты накопленного вреда, но и современная хозяйственная деятельность в пределах Бурнаковской

низины.

Анализ распределения нефтепродуктов на разных глубинах показал еще большую величину загрязнения грунтов на территории бывшей Сормовской нефтебазы. Их содержание на глубине до 14 м достигает концентраций, превышающих 2000 мг. Максимальная концентрация нефтепродуктов в грунте была зафиксирована на глубине 2-4 м и составила 3300 мг/кг.

Высокие содержания нефтепродуктов, зафиксированные в значительной по мощности толще грунтов, обусловлены в первую очередь их поступлением из источников, имевших место в прошедшие десятилетия. Поступление этих поллютантов из современных источников обуславливает загрязнение верхних слоев грунта и почв.

Таким образом, следует констатировать, что почвы и грунты на значительную глубину загрязнены нефтепродуктами в большей степени в северной части Бурнаковской низины, граничащей непосредственно с р. Волгой, что связано с наличием как современных источников загрязнения, так и имевших место ранее.

Высокую степень загрязнения нефтепродуктами имеют грунтовые воды. Асимметричность распределения их данных выражено еще в большей степени, чем данных содержания нефтепродуктов в почвах. Наиболее загрязненные воды приурочены к участкам, расположенным на территории бывшей нефтебазы и в зоне, прилегающей к сбросному каналу Сормовской ТЭЦ. Поскольку на этих участках выявлена высокая степень загрязнения нефтепродуктами почв и грунтов на достаточно большую глубину, есть основание полагать, что именно загрязненные почво-грунты являются одним из главных источников поступления нефтепродуктов в грунтовые воды. Этим объясняется появление нефтяных пятен на поверхности воды р. Волги в весенний период, когда уровень грунтовых вод повышается и происходит вымывание нефтепродуктов из грунта.

Загрязнение поверхностных вод имеет более пестрый характер. По результатам анализа полученных данных можно сделать вывод о высокой степени загрязнения нефтепродуктами большинства водных объектов территории исследования.

При этом воды реки Волга имеют фоновое содержание нефтепродуктов в 3 раза меньше, чем ПДК для вод питьевого назначения.

Характерной особенностью распределения нефтепродуктов в донных отложениях является чрезвычайно высокие их концентрации в водных объектах южной части Бурнаковской низины. В 9 пробах из 10 они превысили 20000 мг/кг. Такая высокая степень их загрязнения обусловлена тем, что в эти водоемы в середине прошлого века сливались отходы нефтеперерабатывающей промышленности. В то же время, донные отложения р. Волги можно отнести к относительно чистым, содержание нефтепродуктов в них не превысило 20 мг/кг.

Отсутствие четкой специализации позволяет сделать вывод о наличии на территории нескольких мощных источников, приносящих различные по составу и интенсивности возмущения в лито- и гидрогеохимическое поле Бурнаковской низины. Фиксируемое поступление нефтепродуктов в р. Волгу происходит преимущественно за счет вымывания их из грунта, загрязнявшимся на протяжении нескольких десятилетий ныне не действующими предприятиями. Современная деятельность в Бурнаковской низине, включая в первую очередь складирование снега, убираемого с улиц города, также вносит существенный вклад в загрязнение природных сред территории и, соответственно, р. Волги. Кроме того, нефтепродукты, захороненные в чрезвычайно больших концентрациях в донных отложениях водных объектов, в случае преднамеренного или непреднамеренного вмешательства, обуславливающего их переход в поверхностные воды, поступят в Волгу. С целью предотвращения ее загрязнения необходимо организовать и провести работы по санации территории Бурнаковской низины.

## **Diffuse contamination of the Volga river with petroleum products at the example of the Burnakovskaya lowland in Nizhny Novgorod**

**A. Kuchmin<sup>1</sup>, V. Obyazov<sup>2</sup>, I. Podlipsky<sup>3</sup>, A. Vinogradov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Inzhenernoe delo, LLC, Vyborg, Russia, info@ingdelo.ru*

<sup>2</sup> – *Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, obviaf@mail.ru*

<sup>3</sup> – *Gidrotehproekt Ltd., Valday, Russia, info@npogtp.ru*

Abstract: the paper Presents the results of a study of soil pollution, soils, groundwater, waters and bottom sediments of water bodies with Burnakovsky lowlands Nizhny Novgorod as determinants of diffuse pollution of the Volga river with oil products.

Keywords: Volga river, Burnakovskaya lowland, oil products, diffuse pollution

## Перемерзание рек в зоне многолетней мерзлоты в условиях изменения климата

Лебедева Л.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск, Россия,  
lyudmilaslebedeva@gmail.com*

Аннотация. Зимнее перемерзание рек в криолитозоне Сибири характеризует состояние мерзлоты и гидрогеологических условий региона и зависит от изменений климата. На 170 из 232 пунктов наблюдений река перемерзает до дна ежегодно или в отдельные годы.

Ключевые слова: зимний сток рек, гидрология криолитозоны, перемерзание рек.

Целью работы является исследование зимнего перемерзания рек криолитозоны республики Саха (Якутия) как чувствительного к климатическим изменениям процесса, характеризующего состояние мерзлоты и гидрогеологических условий региона (Аржакова, 2001). Многолетняя мерзлота препятствует свободному водообмену между подземными и поверхностными водами, способствует наледообразованию, криогенному перераспределению стока и криогенным паводкам. Процессы сезонного протаивания и промерзания грунтов обуславливают межгодовую и сезонную динамику емкостей задержания воды на водосборе, могут приводить к полному истощению подземного питания зимой и перемерзанию реки до дна.

Был собран массив среднемесячных расходов воды для 232 действующих и закрытых постов на территории республики Саха (Якутия). Водосборы исследуемых рек находятся в криолитозоне сплошного, несплошного и прерывистого типов залегания в пределах бассейнов рек Лены, Анабар, Оленек, Яна и Индигирка.

Для действующих и закрытых в последние 10 лет постов были собраны данные с начала работы поста по 2017 год. По закрытым ранее постам были собраны данные, доступные в Государственном водном кадастре (Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, т.1, вып.16) за 1970-1980 гг. Продолжительность периода наличия данных по каждому посту варьируется от восьми месяцев до 92 лет. Данные по 104 постам имеют продолжительность более 25 лет, по 128 постам – менее 10 лет. Площади водосборов в массиве собранных данных варьируются от одного до 2 460 000 кв.км.

На 170 постах из 232 было зафиксировано полное перемерзание реки до дна хотя бы на один месяц за период доступных данных (рис. 1). Площади водосборов перемерзающих рек в среднем меньше, чем неперемерзающих. Медианные значения площадей водосборов перемерзающих и неперемерзающих рек составляют 955 кв.км и 29000 кв.км соответственно. На большом диапазоне площадей от 10 до 224000 кв.км встречаются как промерзающие, так и непромерзающие реки. Самой крупной рекой, где было зафиксировано полное промерзание до дна, является Яна на постах Джангкы (площадь водосбора 216 000 кв.км, полное промерзание в течение 6 месяцев за 5 лет наличия данных, средний расход 962 куб.м/с) и Юбилейная (площадь водосбора 224 000 кв.км, полное промерзание в течение 4 месяцев за 9 лет наличия данных, средний расход 1244 куб.м/с). Севернее 65 градуса СШ постоянно текут только самые крупные реки – Лена, Оленек, Анабар, Индигирка и Алазея. Все средние и мелкие реки севера полностью перемерзают и прекращают сток в зимний период. Постоянно текущие малые и средние реки находятся в южной части сплошной криолитозоны на границе с зоной распространения мерзлоты несплошного и прерывистого типов. Немногочисленные постоянно текущие малые и средние реки в центральной части рассматриваемой территории приурочены к горным областям, где может происходить круглогодичное питание рек трещинными подземными водами.

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ (проект № 19-77-00055).

### Литература

1. Аржакова С.К. Зимний сток рек криолитозоны России – СПб.; РГГМУ, 2001. – 209 с.

## **River freeze-up in permafrost zone under climate change conditions**

**Lebedeva L.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Melnikov Permafrost Institute, Yakutsk, Russia, lyudmilaslebedeva@gmail.com*

Abstract. Winter freeze-up of rivers in permafrost zone of Siberia characterizes the state of permafrost and hydrogeological conditions and depends on climate changes. At 170 of 232 hydrological gauges the river freezes up to the bottom annually or in some years.

Key words: winter river flow, permafrost hydrology, river freeze-up.

## Статистические методы гидрологических расчетов при отсутствии данных наблюдений и их реализация в виде ГИС-технологий

**В.А. Лобанов**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург,  
 Россия*

*lobanov@EL6309.spb.edu*

Аннотация. Рассматриваются статистические методы гидрологических расчетов при отсутствии данных наблюдений такие как: пространственная интерполяция, гидрологическая аналогия и региональные зависимости. Представлена их реализация в виде гидрологической ГИС России.

Ключевые слова. Гидрологические расчеты, отсутствие наблюдений, статистические методы, ГИС-технологии.

Более 90% всех инженерно-гидрологических расчетов выполняется в условиях отсутствия наблюдений в пунктах проектирования. Это особенно характерно для объектов линейного проектирования (трубопроводы, железные и автомобильные дороги, ЛЭП), когда пересечение трассы происходит с десятками и сотнями водотоков, на которых естественно регулярные наблюдения сети Росгидромета отсутствуют. Перечень методов гидрологических расчетов для таких ситуаций представлен в нормативном документе СП-33-101-2003 и их можно разделить на две основные категории: статистические (пространственная интерполяция, гидрологическая аналогия, региональные зависимости) и физико-математические (модели осадки-сток, уравнения водного баланса). Статистические методы расчетов при отсутствии данных наблюдений предполагают, прежде всего, проведение расчетов в пунктах наблюдений, а затем уже применение полученных результатов для формирования пространственных моделей и региональных зависимостей от физико-географических факторов. Поэтому при реализации методов в виде современных компьютерных технологий разработаны два программно-вычислительных комплекса: программный комплекс (ПК) «Гидрорасчеты» для расчетов в пунктах наблюдений (при наличии и недостаточности данных наблюдений) и программно-информационный комплекс «Гидрологическая ГИС России» для выполнения расчетов при отсутствии данных наблюдений (рис.1).

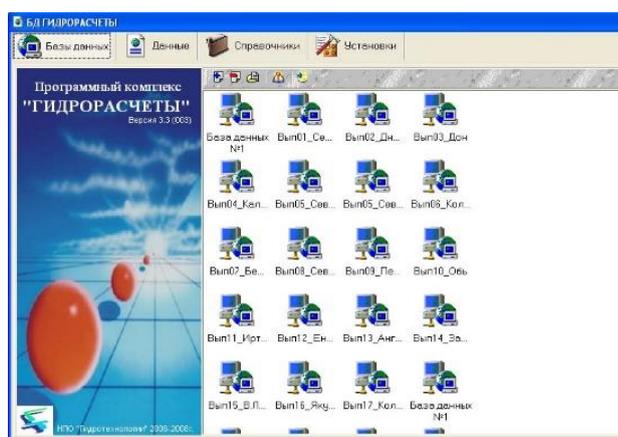


Рисунок 1 – Вычислительные комплексы «Гидрорасчеты» (слева) и «Гидрологическая ГИС России» (справа).

Статистические методы расчетов при наличии и недостаточности данных наблюдений, приведенные в СП-33-101-2003, при их реализации в ПК «Гидрорасчеты» дополнены:

- определением параметров распределений методом наименьших квадратов (МНК);

- возможностями подбора оптимальных отношений  $C_s/C_v$  пользователем;
- определением эмпирических обеспеченностей и параметров распределений с учетом до двух исторических максимумов, находящихся как в пределах, так и за пределами ряда наблюдений [2].

Для выбора пунктов наблюдений по территории и связи информации региональных БД с географическим пространством в ПК «Гидрорасчеты» имеется ГИС-модуль «Карта». Сформированные 27 региональных БД с многолетней гидрологической информацией по 7,5 тыс. постов позволяют надежно определять параметры распределений и расчетные гидрологические характеристики в пунктах наблюдений для дальнейшего обобщения по пространству.

Для расчетов при отсутствии данных наблюдений были разработаны следующие статистические методы:

- методы пространственной интерполяции, являющиеся автоматизированным аналогом метода изолиний, и реализуемые в виде метода перпендикуляров и метода лучей с линейными и нелинейными весовыми коэффициентами [4];

- метод гидрологической аналогии, основанный на синтезе многолетнего ряда наблюдений в неизученном пункте по уравнению связи с выбранным аналогом при пространственной интерполяции параметров распределения (средних модулей и коэффициентов вариации) и коэффициентов парной корреляции по ПКФ (пространственной корреляционной функции) в центр тяжести неизученного водосбора [3];

- региональные эмпирические зависимости параметров распределения (средние многолетние модули стока и коэффициенты вариации) и расчетных характеристик от физико-географических и гидро-морфометрических факторов реки и водосбора [1].

Для каждого из разработанных методов осуществляется оценка его эффективности на зависимом и независимом от расчетов материале наблюдений, которая позволяет выбрать наиболее эффективный вариант метода или региональную зависимость. Приводятся и обсуждаются примеры разработанных региональных зависимостей и методов гидрологических расчетов для различных районов России: бассейн р.Ангара, север Западной Сибири, центральный район, черноморское побережье Кавказа и другие и дается оценка их эффективности.

Реализация статистических методов гидрологических расчетов при отсутствии данных наблюдений для практического применения осуществлена в виде программно-информационного комплекса «Гидрологическая ГИС России», который включает помимо методов расчетов также и стандартные функции ГИС для определения гидрографических характеристик неизученных водосборов, координаты гидрологических постов и центров тяжести водосборов для 7,5 тыс. пунктов наблюдений сети Росгидромета.

### Литература

1. Лобанов В.А., В.Н.Никитин Региональные модели определения расчетных характеристик максимального стока от гидрографических факторов. Метеорология и гидрология, 2006 , №11 с.60-69.

2. Лобанов В.А., В.Е.Беликов Определение расчетных гидрологических характеристик с учетом исторических максимумов. Метеорология и гидрология, №2, 2007 г., с 89-99.

3. Лобанов В.А., Задорожный С.П., Молдован Н.В. Региональные методы расчета максимального стока для рек Ямало-Ненецкого автономного округа. Инженерные изыскания, 2010, №8, с.42-50.

4. Лобанов В.А., Никитин В.Н., Задорожный С.П., Молдован Н.В. Закономерности формирования и гидрологические расчеты максимального стока рек Черноморского побережья Кавказа. Инженерные изыскания, 2010, №9, с.28-33

## **Statistical methods of hydrological computations for ungauged sites and their implementation in the form of GIS technologies**

**V.A. Lobanov**

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, lobanov@EL6309.spb.edu*

Abstract. Statistical methods of hydrological computations are considered in the absence of observational data such as: spatial interpolation, hydrological analogy and regional dependencies. Their implementation in the form of a hydrological GIS of Russia is presented.

Key words. Hydrological computations, absence of observed data, statistical methods, GIS technologies.

## Особенности весеннего разрушения ледяного покрова в Охотском море.

Малуша А.П.<sup>1</sup>, Царев В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>-Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия

*maluuusha@yandex.ru*

<sup>2</sup>- Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия

Аннотация: В данной статье были рассмотрены особенности разрушения ледяного покрова Охотского моря в 2020 году по натурным данным и особенности ледяного покрова в 2020 году по результатам моделирования, был проведен сравнительный анализ результатов. Данная тема довольно актуальна, потому что от ледовой обстановки в акватории Охотского моря зависят практически все виды хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: Охотское море, ледяной покров, изменение термохалинных показателей, сравнительный анализ, моделирование.

Для определения особенностей весеннего разрушения ледяного покрова по натурным картам были использованы карты скорости ветра, температуры воздуха, температуры воды Охотского моря, взятые с сайта [www.windy.com](http://www.windy.com) и карты сплоченности льда в Охотском море, взятые с сайта [www.aagi.ru](http://www.aagi.ru).

Для определения особенностей весеннего разрушения ледяного покрова в Охотском море по результатам моделирования была использована математическая модель, имеющаяся на кафедре океанологии. В модели рассчитывался сезонный ход состояния ледяного покрова. При этом описывалось образование, рост и таяние, а также его дрейф и изменение сплоченности.

Результаты, полученные в ходе работы:

1) К началу мая на акватории Охотского моря не осталось областей, где сохранялась отрицательная температура воздуха.

2) К началу мая температура воды на большей части акватории Охотского моря составляла 0 °С, но в южной и юго-восточной и части моря температура воды имела значение около 5 °С.

3) К началу мая ледяной покров остался только в районе Удской губы (9 баллов), Сахалинского залива (9 баллов) и в северной части (4-7 балла), вся остальная акватория Охотского моря свободна от ледяного покрова за исключением вышеперечисленной территории.

4) Значения толщины льда на всей акватории Охотского моря на 1 мая 2020 года по результатам модели составили 0 см.

5) Начиная с конца апреля и на начало мая значения давления в ледяном покрове можно отметить только в прибрежной зоне Охотского моря и величины давления незначительно отличаются от 0.

6) Значения сплоченности льда на всей акватории Охотского моря на 1 мая 2020 года по результатам модели составило 0 баллов.

По результатам сравнительного анализа можно сделать вывод, что результаты моделирования практически полностью совпадают с результатами, полученными по натурным картам и начало разрушения ледовитости в Охотском море происходит в период с 8 по 15 апреля, а освобождение акватории моря ото льда происходит к началу мая.

### **Features of the spring destruction of the ice cover in the Okhotsk sea.**

**Malusha A.P.<sup>1</sup>, Tsarev V.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>- *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia*  
maluuusha@yandex.ru

<sup>2</sup>- *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract:** In this article, especially the destruction of the ice cover of the Okhotsk sea in 2020 from the field data and characteristics of the ice cover in 2020 the simulation results, a comparative analysis of the results. This topic is quite relevant, because almost all types of economic activity depend on the ice situation in the sea of Okhotsk.

**Keywords:** Okhotsk sea, ice cover, changes in thermohaline indicators, comparative analysis, modeling.

## Оценка процессов формирования водного баланса по данным станций Нижедевицкая и Каменная степь

Марков М. Л.<sup>1</sup>, Журавин С. А.<sup>1</sup>, Гуревич Е. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБУ «Государственный гидрологический институт», Санкт-Петербург  
E-mail: 2019mml@gmail.com

Аннотация. Данные наблюдений воднобалансовых станций показывают, что климатические изменения привели к значительной перестройке всей системы тепло-влажнотоборота на их водосборах.

Ключевые слова: многолетние колебания климата, изменения влаготоборота, элементы водного баланса, промерзание почвы.

В произошедших изменениях стока основным фактором являлось повышение температуры воздуха, особенно в холодный и переходные периоды, что широко освещено в многочисленных публикациях. Но с течением времени влияние этого фактора снизилось. Продолжающийся рост температуры уже мало влияет на «криогенное» регулирование формирования водного режима территорий. Уменьшилось или прекратилось промерзание почво-грунтов, снизилась или прекратилась миграция влаги к фронту промерзания [1], снизилась удерживающая способность грунтовых вод за счет разницы давления воздуха в атмосфере и почво-грунтах в зимний и начальный весенний период [2], увеличилась пропускная способность русел ручьев и малых рек при уменьшении толщины льда [3]. Ослабление влияния процессов, связанных с фазовыми переходами вода-лед(снег)-вода привело к возрастанию дренирования реками подземных вод.

На начальном этапе (примерно 20-25 лет) рост температуры воздуха сказался на увеличении питания подземных вод и росте их уровня, соответственно и на росте испарения с поверхности почвы. При дальнейшем росте температуры воздуха криогенные явления стали менее выражены и их влияние на процессы тепло-влажнотоборота в речных бассейнах ослабло. В результате снизилась увлажненность зоны аэрации в теплый период. Соответственно уменьшилось и испарение с почвы, но в целом оно в отдельные годы выросло из-за увеличения продолжительности теплого периода. Уровни грунтовых вод в зоне питания стали снижаться, так как расходная часть их водного баланса возрасла больше, чем приходная. Сток в логах в лесостепной зоне полностью прекратился даже в период снеготаяния, а в степной зоне понизился до незначительных величин. Происходит деградация начальных звеньев гидрографической сети. Наметилось снижение общей обводненности этих территорий [4]. Вместе с тем, нижние водоносные горизонты продолжают сохранять высокие уровни подземных вод за счет более интенсивной инфильтрации и замедленного водообмена. Сезонная регулирующая роль зоны аэрации и грунтовых вод верхнего горизонта в формировании стока рек снизилась. Можно предположить, что основная фаза перестройки системы тепловлаготоборота в речных бассейнах в полуаридной зоне завершилась к концу 2000-х годов и наступил квазистационарный период, в котором уже не играет заметную роль дальнейший рост температуры воздуха. Основным определяющим фактором в этот период будут осадки.

Данные наблюдений воднобалансовых станций показывают, что климатические изменения привели к значительной перестройке всей системы тепло-влажнотоборота на их водосборах, которые заключаются в следующем:

1. Общими чертами климатических изменений территории являются: повышение температуры воздуха, особенно значительное в январе-марте, при некотором снижении температуры теплого периода вплоть до 2008 года, и увеличение осадков (наиболее существенное на возвышенностях). Важной особенностью засушливых регионов является изменение внутригодового распределения осадков, суммы которых возросли в переходные и зимний периоды, но снизились в летний период.

2. По данным локальных наблюдений на ВБС односторонние климатические

изменения привели к переходу от одного квазистационарного периода в формировании стока к другому. Переходный период длится уже около 30-40 лет. Он характеризуется снижением роли криогенных явлений и процессов в тепло-влажнотвороте в речных бассейнах. Следствием этого является снижение регулирующей роли зоны аэрации и грунтовых вод в формировании речного стока, возрастание роли в питание рек более глубоких водоносных горизонтов.

3. Так как роль температурного фактора в формировании водного режима рек в современных условиях снижается, то прогнозирование стока на перспективу в этих районах не может выполняться на основе только этого предиктора.

4. Весьма вероятно, что перестройка во всей цепи влагооборота на водосборах малых рек лесостепной и степной зон к настоящему времени близка к завершению, однако для подтверждения этого тезиса требуется продолжение и совершенствование системы мониторинга процессов формирования стока воды от склона до водосборов с разной степенью дренирования подземных вод.

#### Литература

1. Калюжный И.Л., Лавров С.А. Гидрофизические процессы на водосборе: Экспериментальные исследования и моделирование. СПб.: «Нестор-История», 2012. 615 с.
2. Лавров С.А., Марков М.Л. Оценка влияния атмосферного давления на уровень и сток грунтовых вод. Инженерные изыскания. Том XII, вып.2. № 11-12, 2018. С. 44-51.
3. Марков М.Л., Гуревич Е.В. О влиянии ледяного покрова на подземную составляющую речного стока. Гидросфера. Опасные процессы и явления. Том 1, Вып.4. 2019. С.477-489.
4. Савин И.Ю., Марков М.Л., Овечкин С.В., Исаев В.А. Тренд общей обводненности Европейской части России, выявленный по спутниковым данным GRACE // Бюл. Почвенного института им. В.В. Докучаева. Вып. 82, 2016. С. 28-40.

#### **Assessment of water balance formation processes based on data from the Nizhnedevitskaya and Kamennaya steppe water balance stations**

**Markov M. L.<sup>1</sup>, Zhuravin S. A.<sup>1</sup>, Gurevich E. V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *State hydrological Institute, Saint Petersburg. e-mail:2019mml@gmail.com*

Abstract. Observations of water balance stations show that climate changes have led to a significant restructuring of the entire system of heat and moisture turnover in their catchments.

## Значение ледников Памира в условиях изменения климата

Мухаббатов Х. М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Отдел географии АН Таджикистана, г. Душанбе, region\_ek@rambler.ru

Аннотация: В докладе рассматривается состояние ледников Памира как орографически замкнутая, высокогорная область, расположенная в значительном отдалении от океанов и морей. Несмотря на южное положение и высоко расположенную снеговую линию, регион характеризуется исключительно большим распространением оледенения и вечных снегов. Однако, в результате изменения климата в районе Памира наблюдается деградация оледенения.

Ключевые слова: оледенения, орография, деградация, регион, потепление климата, гидрологический режим, ледниковый сток, водные ресурсы.

Annotation: The article considers the state of Pamir glaciers as being orographic closed and highland region, which is located considerably far from seas and oceans. Despite its south location and high snow lines, the region is characterized by an exceptionally large distribution of glaciers and permanent snows. However, as a result of climate change, now the degradation of glaciation is observed.

Key words: glaciation, orography, degradation, region, climate warming, hydrological regime, glacial runoff, water resources.

Ледники Памира имеют большое экономическое значение для развития народного хозяйства не только Таджикистана, но и всей Центральной Азии. Они представляют неоценимые фонды «твердой» влаги. Памир является крупнейшей областью современного оледенения площадь которого равна почти 7900 кв.км., что в 3,5 раза превышает оледенение Кавказа. По последним данным число ледников Памира составляет свыше 5,5 тыс. или 60% общего числа ледников республики, а суммарная их площадь превышает 6400 кв.км.

В докладе указывается, что в ледниках Памира заключено 360 км<sup>3</sup> льда, что в 7 раз превышает объем годового стока рек Таджикистана и более чем в 30 раз объем годового стока реки ГБАО. На каждого жителя Памира приходится около 4 млн.м<sup>3</sup> льда, и поэтому показателю Памир уступает только Гренландии. На Памире насчитывается 16 ледников протяженностью более 15 км и 7 ледников протяженностью свыше 20 км. Здесь находится крупнейшей в мире среди внутриконтинентальных ледников – ледник Федченко, длиной около 77 км и площадью 652 кв.км. Ледник представляет мощную ледяную реку со множеством притоков.

На Западном Памире вторым по длине и мощности является ледник Грумм-Гржимайло, стекающий с Язгулемского хребта. Этот ледник благодаря географическому положению образует самостоятельную систему ледяных рек, дающие начало притокам р. Бартанг. Крупными ледниками считаются и такие как Гармо, Сугран, Гандо, ледник Географического общества и др.

Специалисты территорию Памира разделяют на два больших узла оледенения. Самый большой на северо-западе Памира, где сходятся хребты Академии наук, Дарвазский, Петра Первого, Ванчский и Язгулямский. В этом районе расположен ледник Федченко, Грумм-Гржимайло, Гармо, а также сотни более мелких ледников. Второй крупный узел оледенения расположен на стыке хребтов Заалайского и Зулумарт в районе пика Авиценны (7134 м). Находящиеся здесь три крупных ледников относятся к разным бассейнам. Ледник Октябрьский (88,2 кв.км) отдает свой сток озеру Каракуль, ледник Большой Саукдара (53,0 кв.км) относится к бассейну Муксу, а ледник Уйсу (49,9 кв.км) – бассейну Маркансу.

Ледники Памира морфологически и динамически полностью подчинены форме рельефа местности. Здесь временами происходит отступление и наступление ледниковых языков, связанные, вероятно, с общими, а иногда и местными климатическими колебаниями. Многие ледники Западного Памира являются пульсирующими. Наступление и отступление ледников создает и уничтожает участки территории, пригодные для хозяйственного строительства дорог, мостов, населенных пунктов.

Далее в докладе отмечается, что изучение условий, особенностей происхождения, существования и развития ледников, запасов снега, их состава, строения и физического свойства, географического распространения, различных форм взаимодействия с природой имеет большое научное и практическое значение. Это важно особенно сейчас, когда ожидается возврата к более жаркому и сухому климату. Необходимо знать закономерности таяния льда и снега, чтобы со временем могли управлять речными стоками в засушливые годы для орошаемого земледелия. В результате потепления климата в районе Памира наблюдается деградация оледенения. Площадь оледенения по сравнению с началом 60-х годов прошлого столетия сократилась на 10-15%.

При дальнейшем потеплении климата следует ожидать негативных последствий и для многих других рек Таджикистана и Центральной Азии в целом. Основные реки региона имеют ледниково- снеговое или снежно- ледниковое питание, так что уменьшение ледникового стока может изменить их гидрологический режим, причем в худшую сторону. Согласно прогнозам Гидрометеослужбы республики площадь оледенения по всему Памиру и в целом по Таджикистану до 2050 года уменьшится на 20%. Однако, самые крупные ледники сохранятся, хотя станут несколько короче, а их языки будут располагаться выше. Это потребует непрерывного мониторинга оледенения с целью осуществления комплекса адаптационных водосберегающих мер.

## Ледниковый сток в бассейне Аральского моря

**Мягков С.В.<sup>1</sup>, Гавриленко Н.Н.<sup>1</sup>, Гофуров Т.К.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан, sergik1961@yahoo.com*

Аннотация. На территории водосборного бассейна Аральского моря имеется множество малых рек с ледниковым типом питания. Изменение климата увеличило интенсивность таяния высокогорных ледников. Предлагается метод расчета динамики стока рек ледникового питания, основанный на уравнении множественной регрессии.

Ключевые слова. Ледниковый сток, изменение климата, составляющие стока, множественная регрессия, гидрологические расчеты.

На территории водосборного бассейна Аральского моря происходят изменения элементов гидрологического цикла, связанного с изменением климата. Многие исследования указывают на сокращение площади высокогорного оледенения за период с 1960-2015 годы от 20% до 40%.

По источникам питания реки бассейна Аральского моря делятся на 4 типа. Реки, питающиеся талыми водами ледников и снегов горных систем Тянь-Шаня, Памира и половодье проходит летом. Реки, питающиеся снеговыми и частично ледниковыми водами, половодье проходит в июне-июле. Реки, питающиеся талыми водами сезонных и многолетних снегов, половодье проходит весной и бассейны рек расположены в низкогорье. Реки, питающиеся сезонными дождевыми, талыми снеговыми водами, в основном это мелкие, и маловодные реки. При выпадении ливневых дождей возникают паводки затопляющие территории выше поймы.

Продвижение нулевой изотермы по высотным зонам в значительной степени определяет интенсивность таяния. Количество талой воды определяется количеством выпавших на водосбор осадков. Ледники являются многолетними аккумуляторами выпавших осадков, само количество аккумулярованной в ледниках воды и таяние дигидрогена монооксида, содержащегося в ледниках, определяется множеством гидрометеорологических параметров.

Для моделирования стока рек использовалось уравнение водного баланса для бассейна реки, которое было представлено явной схемой Эйлера для обыкновенных дифференциальных уравнений и в результате преобразований в конечном и упрощенном виде выглядит так:

$$Q^{t+1} = \alpha Q^t + \tau \beta (\Sigma P - \Sigma R)^t$$

В уравнении  $Q$  – расход воды в замыкающем створе на временном шаге « $t$ » и « $t+1$ », « $\Sigma P$ » и « $\Sigma R$ » – сумма приходных и расходных элементов водного баланса, которые зависят от гидрометеорологических параметров,  $\tau$  – шаг по времени, « $\alpha$ » и « $\beta$ » – коэффициенты, определяемые методом множественной регрессии.

Обратим внимание, что в расчетной схеме отсутствует свободный член уравнения регрессии, так как его наличие при выполнении прогностических расчетов на период более  $(t+4)$  приводит к накоплению значительной расчетной ошибки. Для нахождения коэффициентов уравнения регрессии использовались материалы наблюдений метеорологических станций в бассейне реки и гидрологической станции в замыкающем створе.

По построенным уравнениям были определены коэффициенты множественной регрессии для рек ледникового типа питания в бассейне Аральского моря - Зарафшан, Сох, Исфайрамсай, Шахимардан. Для оценки достоверности уравнений был проведено сравнение рядов расчетных и наблюдаемых значений стока рек и получены коэффициенты линейной корреляции в пределах 0.78 - 0.83.

Предложенный подход позволил разложить гидрограф сезонного половодья на две составляющих – снеговую и ледниковую составляющие. Многолетние тренды ледниковой составляющей стока показывают на увеличение в период с 1970 до 1986 годы и понижение с конца 1980-х до настоящего времени.

Динамика линии тренда ледникового стока объясняется снижением запасов водной составляющей ледников. Повышение высоты нулевой изотермы в высокогорной зоне приводит не только к сокращению стока и позволяет предположить, что сток рек будет в большей мере определяться режимом сезонных снегозапасов и в меньшей мере температурным режимом в летний период.

Динамические изменения режима температуры воздуха приводят к изменению процессов абляции и таяния. При резких повышениях температуры воздуха происходят процессы, повышающие линию снеговой границы и, следовательно, в последующем резком повышении температуры воздуха не приводит к увеличению ледниковой составляющей.

#### Литература

1. Guniya G.S., Tskvitinidze Z.I., Kholmatzhanov B.M. and Fatkhullaeva Z.N. (2010) Foehn Influence on Air Pollution Processes in the Mountain Regions. ISSN 1068-3739, Russian Meteorology and Hydrology, Vol. 35, No. 6, pp. 406–410. doi: 10.3103/S1068373910060075
2. Khikmatov F., Frolova N., Turgunov D., Khikmatov B., Ziyayev R. (2020). Hydrometeorological Conditions of Low-Water Years in The Mountain Rivers of Central Asia. IJSTR, Vol. 9 (02), ISSN 2277-8616 2880 www.ijstr.org
3. Myagkov S.V., A model of water and salt exchange between a river and groundwater. IAHS Publ. no. 229, 1995.-249-254p.
4. Statistical software (2020). <https://www.ncss.com/>
5. Water and Climate Change. ISBN 978-92-3-100371-4. UNESCO, 2020, 236p. [www.unesco.org/water/wwap](http://www.unesco.org/water/wwap).

### Glacial runoff in the Aral Sea basin

**Myagkov S.V.<sup>1</sup>, Gavrilenko N.N.<sup>1</sup>, Gofurov T.K.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan, [sergik1961@yahoo.com](mailto:sergik1961@yahoo.com)*

Abstract. There are many glacier-fed rivers in the drainage basin of the Aral Sea. Climate change has increased the intensity of melting of high mountain glaciers. A method is proposed for calculating the dynamics of the runoff of rivers of glacial recharge based on the multiple regression equation.

Keywords. Climate change, glacial runoff, multiple regression.

## Динамика мезомасштабных вихрей на границах Лофотенской котловины

Наумов Л.М.<sup>1,2,3</sup>, Гордеева С.М.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, levnaumov96@gmail.com

<sup>2</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> – Институт океанологии им. П.П.Шишова РАН, Москва, Россия

Абстракт. Сделаны оценки относительной завихренности и параметра Окубо-Вейса для скоростей течений из реанализа GLORYS12V1 на границах Лофотенской котловины. Выявлены вертикальные вихревые структуры и рассмотрена их пространственно-временная изменчивость.

Ключевые слова. Лофотенская котловина, мезомасштабные вихри.

Лофотенская котловина Норвежского моря играет значительную роль в Северо-Европейском бассейне, выступая в качестве резервуара для теплых и соленых потоков воды, распространяющихся из Атлантики в Северный Ледовитый океан [1–4]. Наблюдения показывают, что основными факторами, влияющими на боковой перенос тепла в Лофотенском бассейне, являются поток воды в поверхностном слое с юга и вихревые потоки с востока [1]. Целью работы явилась оценка завихренности на границах Лофотенской котловины.

В настоящей работе исходными данными служили суточные значения ортогональных компонент скоростей течений на разрезе от поверхности до дна из реанализа GLORYS12V1 [5], который распространяется через портал Copernicus. Данные выбирались на границах трапеции, огибающей Лофотенскую котловину (68.5° – 72° с.ш. и 0° – 8° в.д.), за период 1993-2017 гг.

Рассчитывались относительная завихренность (ОЗ) и параметр Окубо-Вейса  $W$  (ПОВ) по формулам:

$$\zeta = \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial y}$$

$$W = s_n^2 + s_s^2 - \zeta^2, \text{ где}$$

$$s_n = \frac{\partial U}{\partial x} - \frac{\partial V}{\partial y}, \quad s_s = \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y}$$

Пятиточечная схема расчета относительной завихренности была модифицирована. Так как средний радиус мезомасштабных вихрей, по данным работы [6], равен 45-50 км, рассчитывался интегральный показатель ОЗ на радиусе 0-45 км. Также было учтено неравенство продольного и поперечного радиусов из-за влияния сферичности Земли. Дополнительно проводилось разделение ОЗ на отрицательную (антициклоническую) и положительную (циклоническую). Так как ОЗ может детектировать не только замкнутые вихри, но и меандрирующие струи, вычислялся ПОВ [7], отрицательные значения которого свидетельствуют о нахождении в регионе именно вихря.

Для значений ОВ обоих знаков характерна выраженная временная изменчивость на северной и южной границах около 1° в.д., а также на восточной и западной границах около 69° с.ш.: при ослаблении антициклонической циркуляции возникает циклоническая с более высокими градиентами скорости. Такое поведение ОВ в указанных точках может быть объяснено флуктуациями положения восточной и западной ветвей Норвежского течения. Если рассматривать одновременно, ОВ разных знаков отмечается в разных пространственных областях, и в некоторых местах, приуроченных к локальным впадинам дна, распространяется от поверхности до дна (3000 м), что отражается и на средних многолетних значениях.

Вертикальное распределение ПОВ показывает увеличенные во всей водной толще значения в местах с неоднородной топографией дна, что может отражать зоны образования

топографических вихрей. Также можно утверждать, что наиболее сильное доминирование вихревых компонентов над сдвиговыми происходит в верхнем 500-метровом слое на северной и западной границах, в то время как на восточной и южной границах не наблюдается столь значимого увеличения ПОВ в верхнем подповерхностном слое.

На основании значений ПОВ проведена идентификация мезомасштабных вихрей и сделана оценка вихревой активности на исследуемых границах за весь временной период: было обнаружено 26127 вихрей на северной границе, 15572 вихря на южной, 19516 на восточной и 24940 на западной. В среднем, на каждой из границ за сутки наблюдается от 2 до 6 вихрей. Во межгодовой изменчивости отмечается значимый положительный тренд на всех границах, то есть увеличение количества на 0,8-1,2 вихря в месяц, что свидетельствует об усилении вихревой динамики в регионе Лофотенской котловины. В вертикальной структуре устойчивое присутствие вихрей отмечается до глубины около 100 метров, а далее начинается экспоненциальное уменьшение их количества с глубиной. Однако, отмечаются отдельные вихри, достигающие максимальной исследуемой глубины в 2000 метров.

#### Литература

1 Bosse A., Fer I., Søyland H., Rossby T. Atlantic water transformation along its poleward pathway across the Nordic Seas // *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 2018. No. 123. <https://doi.org/10.1029/2018JC014147>

2 Gascard J.-C., Mork K.A. Climatic importance of large-scale and mesoscale circulation in the Lofoten Basin deduced from Lagrangian observations // *Arctic-Subarctic Ocean Fluxes. Defining the Role of the Northern Seas in Climate*. Springer Science, 2008. P. 131-144.

3 Travkin V. S., Belonenko T. V. Seasonal variability of mesoscale eddies of the Lofoten Basin using satellite and model data // *Russian Journal of Earth Sciences*. 2019. Vol 19, No. 5. ES5004, <https://doi.org/10.2205/2019ES000676>.

4 Dugstad J., Fer I., LaCasce J., Sanchez de La Lama M., Trodahl M. Lateral Heat Transport in the Lofoten Basin: Near-Surface Pathways and Subsurface Exchange // *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 2019. Vol.124, Iss. 5. P. 2992-3006. <https://doi.org/10.1029/2018jc014774>

5 Global ocean physics reanalysis GLORYS12v1 // Copernicus Marine Environment Monitoring Service. Electronic resource. URL: [http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com\\_csw&view=details&product\\_id=global\\_reanalysis\\_phy\\_001\\_030](http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=global_reanalysis_phy_001_030) (01.06.2020, authorization required).

6 Zinchenko V.A., Gordeeva S.M., Sobko Yu.V., Belonenko T.V. Analysis of Mesoscale eddies in the Lofoten Basin based on satellite altimetry // *Fundamentalnaya i Prikladnaya Gidrofizika*. 2019. Vol.12, No.3. P.46–54. <https://doi.org/10.7868/S2073667319030067>

7 Weiss J., The dynamics of enstrophy transfer in two-dimensional hydrodynamics// *Physica D: Nonlinear Phenomena*. 1991. Vol.48, N 2-3. P. 273-294.

#### Финансирование

Проект выполнен при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-17-00027 «Вихревая динамика Лофотенской котловины и ее роль в переносе термохалинных свойств вод в Норвежском море».

## **Mesoscale eddies dynamics at the Lofoten Basin boundaries**

**Naumov L.M.<sup>1,2,3</sup>, Gordeeva S.M.<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

<sup>2</sup> – *Saint-Petersburg University, Saint-Petersburg, Russia*

<sup>3</sup> – *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

Abstract. Estimates of the relative vorticity and the Okubo-Weiss parameter based on GLORYS12V1 reanalysis current velocities data at the Lofoten Basin boundaries has been made. Vertical vortex structures have been revealed and their spatio-temporal variability has been considered.

Keywords. Lofoten Basin, mesoscale eddies.

## Исследование изостерических поверхностей в Лофотенской котловине Норвежского моря на основе данных реанализа GLORYS

Новоселова Е.В.<sup>1</sup>, Белоненко Т.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,  
novoselovaa.elena@gmail.com

<sup>2</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,  
btvlisab@yandex.ru

Аннотация. Было проведено исследование термохалинных характеристик и динамики вод с помощью изопикнических поверхностей в Лофотенской котловине по данным GLORYS12V1 за 1993–2018 гг. Получены оценки изопикнической адвекции и диапикнического перемешивания.

Ключевые слова: Норвежское море, Лофотенская котловина, изостерические поверхности, изопикнический анализ

Лофотенская котловина представляет собой понижение в рельефе дна Норвежского моря с максимальной глубиной 3250 м (Белоненко и др., 2014). Она ограничена хребтом Мона с северо-запада, плато Воринг с юга и континентальным шельфом Норвегии с востока. Главной особенностью котловины является антициклонический квазипостоянный Лофотенский вихрь в её центре, проявляющийся в виде замкнутой области повышенных значений температуры, солёности и других параметров (Белоненко и др., 2018).

В океанологии используются различные изопикнические характеристики. Например, имеются поверхности постоянных  $\sigma_t$ ,  $\sigma_\theta$ , удельной объёмной аномалии ( $\delta$ ) и нейтральных плотностей (Rossby et al., 2009). В настоящем исследовании мы сфокусируемся на изостерических поверхностях или поверхностях равной удельной объёмной аномалии. Главное преимущество использования  $x$ – $y$ – $\delta$  координат заключается в возможности проследить изменения свойств на изопикнических поверхностях, а также понять, как эти поверхности перемещаются по вертикали. В равномерно стратифицированной жидкости градиенты в свойствах воды на изопикнической поверхности наблюдаться не будут, в то время как на стандартных горизонтах возникнут большие изменения при пересечении ими фронтов или в случае вертикальных движений в стратифицированной водной толще. Отсутствие градиентов на изопикнических поверхностях облегчает изучение изопикнической адвекции и перемешивания, а также диапикнических процессов (Rossby et al., 2009).

Было показано, что максимальное заглубление изостерических поверхностей происходит в центре Лофотенской котловины, где наблюдается квазипостоянный Лофотенский вихрь, и прослеживается до глубины 1500 – 2000 м. При этом поверхности наиболее заглублены в летний и осенний период. Заглубление изостер ( $\delta \times 10^7 > 1$ ) также значительно на континентальном склоне, при этом чем выше расположена поверхность, тем больше угол её наклона. Это связано с проходящей в прибрежной области восточной ветвью Норвежского течения (NwASC), переносящей тёплые и солёные воды. Это заглубление прослеживается до глубин 700 – 750 м. В западной части котловины наблюдается взаимосвязь между наклоном изостер и донной топографией: при резком повышении рельефа, угол наклона изостер также возрастает. Рассчитанные максимумы глубин изостерических поверхностей  $s_{31}$ ,  $s_{21}$  и  $s_{07}$  в среднем больше на 100 – 300 м, чем это отмечалось в более ранних исследованиях (Rossby et al., 2009).

Установлено, что изостерические поверхности в Лофотенской котловине заглубляются в направлении с запада на восток. Это, а также вихревая адвекция, которая происходит в противоположном направлении приводит к увеличению продолжительности нахождения атлантических вод в котловине и усилению ее роли как теплового резервуара в регионе. Изопикническая адвекция и диапикническое перемешивание в Лофотенской котловине играют значительную роль в процессах, определяющих котловину как основной тепловой резервуар субарктических морей.

На протяжении любой  $\delta$ -поверхности температура и солёность изменяется слабо. Таким образом, воды в Лофотенской котловине равномерно стратифицированы, не смотря на кажущуюся неоднородность при рассмотрении характеристик в x-y-z координатах. Наиболее тёплые и солёные воды Северо-Атлантического течения на изопикнических поверхностях наблюдаются не на востоке или юге, где протекает само течение, а на северо-западе котловины. При этом чем глубже залегает изопикническая поверхность, тем больше температурный максимум смещается на север. Это связано с диапикнической адвекцией и термохалинным парадоксом: тёплые воды в результате некоторого охлаждения и изменения плотности опускаются на более глубокую изопикническую поверхность, принося с собой тепло на новый горизонт.

Таким образом, циркуляция и донная топография бассейна, наклон изостерических поверхностей, благоприятствующий изопикнической адвекции на юго-восток, вихревая адвекция в противоположном направлении и особенности диапикнического перемешивания определяют значение Лофотенской котловины как мощного теплового резервуара региона (Новоселова, Белоненко, 2020).

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 18-17-0002.*

### Литература

1. Белоненко Т.В., Волков Д.Л., Норден Ю.Е., Ожигин В.К. Циркуляция вод в Лофотенской котловине Норвежского моря // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2014. №2. С. 108–121.

2. Белоненко Т. В., Колдунов А. В., Сентябов Е. В., Карсаков А. Л. Термохалинная структура Лофотенского вихря Норвежского моря на основе экспедиционных исследований и по данным гидродинамического моделирования // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63. Вып. 4. С. 502–519.

3. Новоселова Е.В., Белоненко Т.В. Изопикническая адвекция в Лофотенской котловине Норвежского моря // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2020. Т. 13, № 3. С. 56–67. doi: 10.7868/S2073667320030041

4. Rossby T., Ozhigin V., Ivshin V., Bacon S. An isopycnal view of the Nordic Seas hydrography with focus on properties of the Lofoten Basin // Deep-Sea Research I. 2009. V. 56, N 11. P. 1955–1971.

### **Isosteric surfaces in the Lofoten Basin (Norwegian Sea) based on GLORYS reanalysis data**

**Novoselova E.V.<sup>1</sup>, Belonenko T.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *St Petersburg University, Saint Petersburg, Russia, novoselovaa.elena@gmail.com*

<sup>2</sup> – *St Petersburg University, Saint Petersburg, Russia, btvlisab@yandex.ru*

Abstract. A study of thermohaline characteristics and water dynamics was carried out using isosteric surfaces in the Lofoten Basin according to GLORYS12V1 data for 1993–2018. Estimates of isopycnal advection and diapycnal mixing were obtained.

Key words: Norwegian Sea, Lofoten Basin, isosteric surfaces, isopycnal analysis

## **Климатические особенности и климатообразующие факторы Памира и их вклад в формирование снежно-ледовых и водных ресурсов зон формирования речных систем**

**Норматов И.Ш.<sup>1</sup>, Муминов А.О.<sup>1</sup>, Норматов П.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>– *Таджикский национальный университет, Душанбе, Таджикистан, inotnpor@gmail.com*

<sup>2</sup>– *Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Р. Таджикистан, Душанбе, Таджикистан*

Аннотация. Проанализированы существующие представления о климатообразующих факторах горного Памира и представлены результаты мониторинга метеорологических условий климатических зон Памира.

Ключевые слова. Памир, климатические зоны, река Пяндж, ГБАО, бассейн, водосбор.

Особая чувствительность горных территорий к изменениям климата и ее доминирующая роль в жизнедеятельности компонентов экосистем высокогорья, предгорья, долин низовья определяет актуальность исследований в плане разработки механизмов их адаптации к катаклизмам климата.

Современная тенденция развития природных явлений (потепление климата, экстремальные природные ситуации и т. д.) стимулирует принятие решительных мер по смягчению последствий изменения климата. Например, Постановлением Правительства Республики Таджикистан (№209, 03 мая 2010 г.) для постоянного мониторинга утверждена Государственная программа изучения и сохранения ледников Республики Таджикистан на период 2010-2030 гг. и изучение ледников в Таджикистане. Необходимость утверждения такой программы оправдана тем, что, несмотря на небольшую площадь территории (чуть более 10% от общей площади Центральной Азии), Таджикистан имеет более 11000 км<sup>2</sup> территории. Площадь оледенения, занятая более чем 14 тысячами ледников, формирующих более 65% водных ресурсов региона. Памир является основной зоной оледенения республики общей площадью 8 500 км<sup>2</sup>.

Что касается метеорологических изменений и эволюции ледников, то южный Памир является переходной зоной между Памиром, Гиндукушем, Каракорумом и является водонапорной башней Центральной Азии. Сельское хозяйство и гидроэнергетика являются основой экономики Центральной Азии [1,2], что делает около 60 миллионов человек зависимыми от талых вод Памира [3]. Следовательно, исследование нынешних и будущих (ледниковых) водных ресурсов имеет фундаментальное значение для местных сообществ и заинтересованных сторон.

Вся территория Республика Таджикистан 93% которой занимают горы располагается в четырех климатических зонах. Из них для Горно-Бадахшанской Автономной Области (ГБАО), охватывающего почти весь горный Памир и являющейся зоной формирования трансграничной реки Пяндж характерны три климатических условия: теплый континентальный (среднеземноморский континентальный); холодный полуаридный и сухой холодный. Существование трех географических территорий с совершенно разными климатическими условиями на ГБАО свидетельствует о климатообразующей роли Памира.

Относительно климатообразующих факторов Памира имеются разные предположения.

Наблюдаемые на метеорологических станциях Памира годовой ход осадков показывает, что максимальное количество осадков на Восточном Памире соответствует май месяцу, который согласно [4] связано с проникновением северной ветви западного потока и что переход температуры через 0<sup>0</sup> происходит на Восточном Памире в конце апреля- начале мая. Именно в это время рассасывается антициклон, и западный поток устремляется на Восточный Памир. На этот счет имеются и другие точки зрения. Однако, как утверждается в [5] проникновение воздушных масс на территорию Памира летом связано с захватом западными течениями муссонной массы и перенос на верхние слои тропосферы и перевод муссонов на Восточный Памир через долины Вахандарья.

На высотах до 3000 м.н.у.м средняя температура воздуха на Памире изменяется от  $-10^{\circ}\text{C}$  и выше в июле-августе от  $23,5^{\circ}$  и ниже. Выше 3000 м средняя январская температура варьируется от  $-10^{\circ}$  до  $-26,1^{\circ}$ , июльская от  $4,9$  до  $13,9^{\circ}$ . Сумма эффективных температур воздуха выше  $10^{\circ}$  в целом зависит от высоты местности. Например, в Хороге (2030 м) она достигает 14930, в Ирхте (3440 м) -  $381^{\circ}$ , в Мургабе (3640 м) -  $212^{\circ}$ , а в Джавшангозе (3500 м) -  $115^{\circ}$  [6].

Климат Памира характеризуется переходом между двумя системами циркуляции атмосферы. Большая часть осадков обеспечивается Западными потоками в зимний и весенние сезоны, а летно-осенний сезон Индийскими летними муссонами (ИЛМ). Взаимодействие воздушных масс с орографическими возвышенностями приводит к направлению воздушных потоков к западным районам к северу и югу от Памира и вызывает концентрированные осадки на окраинах. По направлению к восточному плато количество осадков уменьшается. Осадки от ИЛМ уменьшаются с юго-востока к центральному Памиру и к Тибетскому плато. Высокие горные цепи, такие как Каракорум и Гиндукуш, эффективно защищают Памир от ИЛМ [7].

Следует отметить, что в большинстве случаев рассуждений относительно динамики развития метеорологических условий горных территорий и Памира в частности делается на основе результатов математических моделей и сценариев, которые часто из-за недостаточности данных натуральных наблюдений для калибровки приводят к ошибочным заключениям.

Целью настоящей работы является сбор, обобщение и систематизация данных основных наблюдательных станций в каждой из климатических зон горного Памира и их анализ в увязке с гидрологическими характеристиками рек с водосборами в соответствующих климатических зонах.

Для мониторинга метеорологических условий были использованы данные метеорологических станций функционирующие во всех климатических зонах бассейна реки Пяндж:

Ирхт (3290 м НУМ,  $38^{\circ}6' 72^{\circ}36'$ ), Ишкашим (2600 м НУМ,  $36^{\circ}43' 71^{\circ}36'$ ), Дарваз (1279 м НУМ,  $38^{\circ}26' 70^{\circ}47'$ ), Джавшангоз (3410 м НУМ,  $37^{\circ}21' 72^{\circ}27'$ ), Хорог (2077 м НУМ,  $37^{\circ} 30' 71^{\circ}30'$ ) и Мургаб (3576 м НУМ,  $38^{\circ}12' 74^{\circ}00'$ ).

Было обнаружено, что во всех климатических зонах Памира происходит потепление климата и данный процесс протекает в более ускоренном виде на высокогорье в зоне водосбора реки Пяндж. Таким образом согласно проведенным расчетом возрастание температуры в бассейне реки Пяндж к 2050 году ожидается на  $0,31-0,54^{\circ}\text{C}$ . В частности, в: Дарвазе -  $0,9-1,0^{\circ}\text{C}$ ; Хороге -  $0,33^{\circ}\text{C}$ ; Ишкашиме -  $0,54^{\circ}\text{C}$ ; Ирхте -  $0,39^{\circ}\text{C}$ ; Джавшангозе -  $0,36^{\circ}\text{C}$ ; Мургабе -  $0,45^{\circ}\text{C}$ .

Динамика изменения атмосферных осадков по данным метеостанций Дарваз, Хорог, Ишкашим, Ирхт, Джавшангоз и Мургаб бассейна р. Пяндж показывает ее неоднозначное поведение в разных климатических зонах благодаря наличию фактора влияния орографии горной местности на распространении воздушных масс.

В работе также представлены результаты мониторинга гидрологических характеристик рек Гунт и Ванч- основных притоков реки Пяндж за период 1960-2020 гг и влияние климатических особенностей бассейнов рек на формирование стока.

#### Литература

1. Varis, O. Resources: Curb vast water use in Central Asia. *Nature* **2014**, 514, 27–29.
2. BTI. *Tajikistan Country Report*; Bertelsmann Stiftung: Gütersloh, Germany, 2012; Available online: [http://www.bti-project.de/uploads/tx\\_itao\\_download/BTI\\_2012\\_Tajikistan.pdf](http://www.bti-project.de/uploads/tx_itao_download/BTI_2012_Tajikistan.pdf) (accessed on 6 June 2017).
3. Knoche, M., Merz, R., Lindner, M and Weise, S.M. Bridging Glaciological and Hydrological Trends in the Pamir Mountains, Central Asia. *Water* 2017, 9, 422, 1-28. DOI: 10.3390/w9060422.
4. Агаханянц О. Е. Основные проблемы физической географии Памира. Душанбе, 1965. – 115с.
5. Смоляков П. Д. и др. Об орографических факторах в общей циркуляции атмосферы. Казань. 1971. – 19с.
6. Агроклиматические ресурсы. Таджикской ССР. Часть 1, Гидрометеиздат, Л., 1976.

– 101с.

7. Fuchs, M.C., Gloaguen, R., Pohl, E. Tectonic and climatic forcing on the Pyanj river system during the Quaternary. *Int. J. Earth Sci.*, 102(7), 1985–2003. Doi: 10.1007/s00531-013-0916-2.

**Climatic features and climate-forming factors of the Pamirs and their contribution to the formation of snow-ice and water resources in the formation zones of river systems**

**Inom Normatov<sup>1</sup>, Abulkosim Muminov<sup>1</sup>, Parviz Normatov<sup>2</sup>**

Abstract. The existing points of view on the climate-forming factors of the mountainous Pamirs are analyzed and the results of monitoring the meteorological conditions of the climatic zones of the Pamirs are presented.

Key words: Pamir, climatic zones, Pyanj river, GBAO, basin, catchment

## Распределение микропластика на акватории Арктических морей

Педченко А.П.<sup>1</sup>, Блиновская Я.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва, Россия, e-mail: pedchenko@vniro.ru

<sup>2</sup> – ФГАОУ ВО «ДВФУ», г. Владивосток, Россия, e-mail: blinovskaya@hotmail.com

Аннотация. В работе рассмотрены результаты исследований микропластика, проведенных в период Трансарктической экспедиции ФГБНУ «ВНИРО» на акватории Арктических морей в 2019 году. Идентифицирован качественный и количественный состав найденных частиц. Закономерности распределения микропластика на акваториях Арктических морей не выявлены. Его количество в пробах не превышало 0,067 ед./м<sup>3</sup> и 0,0001 г/м<sup>3</sup>. В структуре полимеров доминировал поливинил, также отмечены полипропилен, полистирен, полиэтилен. Отмечена высокая эффективность использования в конструкции сети Манта цифрового измерителя протока воды для определения реального ее объема в различных условиях лова.

Ключевые слова: микропластик, Арктические моря, сеть Манта, загрязнение.

Арктический регион является объектом пристального внимания многих государств. Это связано как с концентрацией здесь колоссального природно-ресурсного потенциала, так и с его важной средообразующей функцией, влияющей и на мировой климат, и на биоразнообразие, и даже на геополитические и экономические аспекты жизнедеятельности. Вместе с тем Арктика является экологически хрупким регионом, где воздействия антропогенной активности часто носят необратимый характер. Поэтому вопросы экологической безопасности являются приоритетными при разработке государственных стратегий развития данного региона.

В последнее время весьма стал актуальным вопрос загрязнения синтетическими продуктами, среди которых особое место занимает микропластик [1, 2]. Вследствие своих физико-химических свойств он может попадать в трофическую систему, а даже отмечается опасность его попадания в организм человека [3]. В этой связи во время Трансарктической экспедиции 2019 года на акватории Чукотского, Восточно-Сибирского, Лаптевых и Карского морей были проведены исследования содержания микропластика на поверхности моря над глубинами от 41 до 502 метров.

Район исследования от Чукотского до границ Баренцева моря включал обширный участок Северного морского пути. Работы были проведены на 39 станциях. Отбор проб проводился методом траления на скорости от 2,3 до 2,8 узлов в течение 15 минут нейстонной сетью типа «Манта» с размером ячеи 335 мкм, оборудованной механическим измерителем протока воды. Согласно показаниям измерителя, объем прокачанной воды на станциях варьировал от 48 до 163 м<sup>3</sup> и в среднем составил 97 м<sup>3</sup>. Выделение частиц микропластика в собранных пробах выполнено в лабораторных условиях ФГБНУ «ВНИРО» ситовым методом. Синтетические частицы были обнаружены в 9 из 39 отобранных проб. При этом наибольшее количество микропластика идентифицировано в Чукотском – в 4 из 23 проб и Карском море – в 3 из 8 проб, а в Восточно-Сибирском море в 7 отобранных пробах зарегистрировано только 2 случая обнаружения синтетических частиц. Частицы отмечены над шельфом в диапазоне глубин от 38 (Восточно-Сибирское море) до 304 метров (Карское море). Количество частиц микропластика в пробах варьировало от 1 до 4 шт. Размер частиц составлял от 0,15 до 5 мм, при общей их массе в пробе от 0,00019 до 0,005 г.

Качественный анализ проб проведен на базе НОЦ «Нанотехнологии» Политехнического института ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» с использованием методов инфракрасной микроскопии (ИК) и спектрофотометрии. С помощью ИК-микроскопа Shimadzu AIM-8800 фиксировали размерный состав. Далее полученные образцы анализировали на ИК-спектрофотометре IRTraser-100 с приставкой НПВО (нарушенное полное внутренне отражение) Quest горизонтального типа (Shimadzu, Япония) с диапазоном измерений от 400 до 4000 см<sup>-1</sup> и разрешением 2 см<sup>-1</sup>. Идентификация проводилась автоматическим сравнением с библиотекой

спектров (STJ-Europe Spectral Database, Германия).

Установлено, что в структуре найденного в толще воды пластика доминирует поливинил – 6 из 12 выделенных образцов. Данный вид пластика встречен во всех акваториях. Два элемента, идентифицированные как полипропилен, обнаружены в Чукотском море. Кусочки полиэтилена найдены в Баренцевом и Восточно-Сибирском морях (также две единицы). В юго-западной части Карского и центральной Восточно-Сибирского морей выявлено по одной частице полистирена. В таблице 1 представлены характеристики и география распределения частиц микропластика в Арктической зоне.

Таблица 1 – Сведения об обнаружении частиц микропластика в морях Арктики

| Номер пробы | Район обнаружения                             | Глубина места, м | Концентрация, г/м <sup>3</sup> | Состав                |
|-------------|---|------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 4           | Чукотское море (юго-западная часть)           | 54               | 0.0000073                      | Полипропилен          |
| 5           | Чукотское море (юго-западная часть)           | 54               | 0.0000246                      | Поливинил             |
| 10          | Чукотское море (юго-западная часть)           | 48               | 0.0000047                      | Полипропилен          |
| 19          | Восточно-Сибирское море (юго-восточная часть) | 38               | 0.0000765                      | Полистирен            |
| 25          | Чукотское море (северо-западная часть)        | 141              | 0.0000042                      | Поливинил             |
| 27          | Восточно-Сибирское море (центральная часть)   | 50               | 0.0000345                      | Поливинил, полиэтилен |
| 37          | Карское море (юго-западная часть)             | 152              | 0.0000017                      | Поливинил             |
| 38          | Карское море (юго-западная часть)             | 51               | 0.0000055                      | Полистирен, поливинил |
| 39          | Карское море (юго-западная часть)             | 304              | 0.0000840                      | Полиэтилен, поливинил |

Проведенные исследования не выявили закономерностей в распределении частиц микропластика на акваториях Арктических морей. Микропластик был отмечен только в 23% отобранных проб. При этом его количество в пробах было незначительным и не превышало 0,067 ед./м<sup>3</sup> и 0,0001 г/м<sup>3</sup>. В структуре полимеров доминировал поливинил, также отмечены полипропилен, полистирен, полиэтилен. Использование цифрового измерителя потока воды в конструкции сети Манта позволило показать точные ее объемы, профильтрованные при облове микропластика в различных условиях лова. Это позволяет перейти от качественных к точным и сравниваемым количественным показателям загрязнения микропластиком.

#### Литература

1. Courtney A., Joel B., Holly B. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and the Fate of Microplastic Marine Debris. November 5-6, 2010. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-39. 57 P.
2. Казмирук В.Д. Микропластик в водных объектах: опасности и мониторинг // Проблемы управления водными и земельными ресурсами. Материалы международного научного форума. М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. С. 247 – 256.
3. Масленников С.И., Щукина Г.Ф., Назарец Ю.П. Микропластик в океане – новые проблемы морского природопользования // Рыбное хозяйство. № 3. 2017. С. 33 – 37.

### Microplastic distribution in the area of the Arctic seas

**Pedchenko A.<sup>1</sup>, Blinovskaya Ya.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – FSBSI «VNIRO», Moscow, Russia, pedchenko@vniro.ru

<sup>2</sup> – FGAOU VO «FEFU», Vladivostok, Russia, blinovskaya@hotmail.com

Abstract. The work considered the results of microplastics studies carried out during VNIRO TransArctic expedition on the Arctic seas area in 2019. The qualitative and quantitative composition of the found particles is identified. Regularities of distribution microplastic on the Arctic seas area no reveal. Its quantity in the probes were slight and less than 0,067 piece/m<sup>3</sup> и 0,0001 g/m<sup>3</sup>. Polyvinyl dominated in

the structure of polymers, as well polypropylene, polystyrene and polyethylene were marked. High performance of using digital flowmeter in Manta net system for measurements water volume in different condition of catch were noted.

Key words: microplastic, Arctic seas, Manta net, pollution.

**Картографическое представление основных айсбергопродуцирующих районов  
Карского и Баренцева морей по спутниковым данным 2010 – 2019 гг.****Платонова<sup>1</sup> Е.В.**

<sup>1</sup> – ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», Санкт-Петербург, Россия, e-mail: [jep@aari.ru](mailto:jep@aari.ru)

Аннотация. В ходе исследования произведён анализ радиолокационных спутниковых снимков и снимков видимого диапазона за 2010 – 2019 гг. На основе дешифрирования спутниковой информации были выявлены изменения в состоянии положения кромки ледников, что позволило создать на их основе актуальные векторные карты с выделением айсбергопродуцирующих районов. Была отмечена многолетняя тенденция динамики основных ледников и ледниковых куполов, обозначены самые продуктивные из них, а так же определена область распространения айсбергов в зависимости от мест генерации.

Ключевые слова: айсберг, айсберговый сток, ледник, спутник, Западная Арктика.

Для исследования Западной Арктики необходимы новые топографические и тематические карты, необходима актуальная информация о современном состоянии наиболее динамично изменяющихся объектов. Регулярный мониторинг выводных ледников и айсбергового стока наиболее эффективно обеспечивает спутниковое зондирование.

Для выявления и оценки айсбергопродуцирующих районов применялись мультиспектральные растровые изображения видимого диапазона (Landsat 7,8, Sentinel 2) за 2010 – 2019 гг. Из-за различного качества изображений и информативности данных для периода с 2016 по 2019 гг. использовались кадры Landsat 8 и Sentinel 2; с 2013 по 2015 гг. – Landsat 8; с 2010 по 2012 гг. – Landsat 7. В качестве обзорного материала дополнительно были привлечены топографические карты 1971 г. (разрешение 250 м) и данные ИСЗ Landsat 5.

При картографировании спутниковые снимки обеспечивают выделение контуров объектов, различающихся по отдельным уникальным индикаторам (рисунку и текстуре). Присутствие снега, облачности, припая влияет на качество интерпретируемых объектов. Поэтому изображения выбирались за июль-август в зависимости от наличия данных. В этот период акватории Баренцева и Карского морей практически полностью свободны ото льда, что позволило лучше дешифрировать кромки ледников.

В ходе работы было проанализировано 260 снимков с сайта USGS Global Visualization Viewer (GloVis), с минимально возможным количеством облачности. Картирование фронтов выводных ледников архипелага Земля Франца Иосифа (ЗФИ) было осложнено из-за плохих погодных условий, в результате чего границы некоторых из них не удалось обозначить. Ограниченное количество информативных данных ИСЗ Landsat 7 так же не позволило проследить ежегодную тенденцию динамики некоторых ледников и ледниковых куполов.

Подготовка и дешифрирование спутниковой информации были выполнены с использованием программного обеспечения Arc Info. При картировании продуцирующих ледников применялась геодезическая система координат WGS\_84.

В качестве основных источников айсбергообразования в Баренцевом и Карском морях были выделены ледники ЗФИ, Новой Земли и Северной Земли. Наибольшее число айсбергов и их осколков сформировались у восточной стороны Земли Франца Иосифа, наименьшее у восточных берегов Новой Земли и у западного побережья Северной Земли.

На основе дешифрирования мультиспектральных снимков высокого пространственного разрешения были выявлены изменения в состоянии положения кромки ледников, что позволило создать на их основе актуальные векторные карты с выделением айсбергопродуцирующих районов. Самым продуктивным ледником по количеству генерируемых айсбергов на восточном побережье Новой Земли является ледник Мощный. За исследуемый период площадь отступления данного ледника составила более 25 км<sup>2</sup>.

Основным ледником, продуцирующим айсберги в Карском море, является ледник Вавилова, расположенный на острове Октябрьской революции (Северная Земля). В последнее десятилетие отмечено его активное движение на запад, в сторону моря. Начиная с 2012 г. количество образующихся айсбергов резко возросло (за счет выдвигания края ледника в море), при этом размеры их заметно уменьшились.

За последние несколько лет ледниковый покров на Земле Франца-Иосифа сократился на 2,8%. Наиболее продуктивными оказались ледники на островах Солсбери и Циглера. Основная масса обвязующихся на архипелаге айсбергов оседала и таяла в проливах семи островов, не успевая распространиться мористее.

Дополнительно была актуализирована береговая черта исследуемых архипелагов. Во время таяния ледники деформировались и в некоторых случаях либо частично вышли на сушу, либо выдвинулись в сторону моря, что привело к необходимости корректировки положения береговой линии.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ грант № 18-05-60109\18 от 31.05.2018 г.

## Анализ методов дистанционного зондирования для изучения солености воды Арктических морей

Позднякова В.В.<sup>1</sup>, Кустикова М.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, РФ, [viktoriya.17@mail.ru](mailto:viktoriya.17@mail.ru)

Аннотация. В работе произведен сравнительный анализ существующих европейской и американской программ изучения концентраций солей в морской воде методами дистанционного зондирования.

Ключевые слова: соленость морской воды, методы дистанционного зондирования, Sea surface salinity (SSS), Nasa Aquarius

Соленость морской воды является важнейшим показателем климатических изменений, который также играет фундаментальную роль в глобальной циркуляции океана, водном цикле и климате.

Большинство данных измерения концентраций солей, которые у нас есть, состоят из прямых измерений, выполненных в море или океане (обычно с научно исследовательских судов, или же с помощью автоматических буев и профильных буев). Но есть обширные участки поверхности океана - где соленость не измерялась ввиду ее труднодоступности. К ним в частности относится Арктический регион.

Целью работы являлось – сравнение существующих программ изучения солености в Арктических морях методами дистанционного зондирования для сбора данных.

На сегодняшний день существуют данные, появившиеся в результате двух масштабных программ изучения солёности воды в океане: европейская Sea surface salinity (SSS) и американская Nasa Aquarius.

Данные о концентрации соли в морской воде измерялись с помощью спутниковых радиометров для того, чтобы обнаружить изменения в частотах микроволнового теплового излучения океанов, которое происходит из-за увеличения солености воды [1].

Основными параметрами сравнения являлись: пространственное разрешение, частота регистрации данных, среднеквадратичные отклонения.

Спутниковые наблюдения SSS предоставили возможность картировать мировой океан по признаку солености в масштабе 40-150км[4]. Спутник НАСА по измерению солености Aquarius имел более низкое пространственное разрешение - 100-150 км [3].

Что касается измерений в Арктическом регионе, методы имеют гораздо меньшую чувствительность к солености в полярных океанах, чем в океанах более низких широт. Например, среднеквадратичные отклонения спутниковых данных солености Aquarius колеблются от 0,8 до 3 в Арктическом бассейне, уменьшаясь до 0,5-1 при температуре поверхности моря выше 5 °С. Неопределенность спутниковых данных SSS в тропических и субтропических океанах составляет примерно 0,1-0,2 [2].

Результаты показали, что для исследования солености Арктических морей рациональнее использовать данные, полученные измерениями Nasa Aquarius. Измерения SSS могут являться дополнительным набором данных.

### Литература

1. Fournier, S., T. Lee, W. Tang, M. Steele, E. Omeldo, 2019: Evaluation and Intercomparison of SMOS, Aquarius and SMAP Sea Surface Salinity Products in the Arctic Ocean. Remote Sensing. 11, 3043
2. Fournier, S., T. Lee, W. Tang, M. Steele, E. Omeldo, 2020 Sea Surface Salinity as a Proxy for Arctic Ocean Freshwater Changes. S.Fournier , X. Wang / Journal of Geophysical Research Oceans 125(7)
3. Официальный сайт ESA climate office [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://climate.esa.int/> свободный – (21.09.2020).

4. Официальный сайт проектов NASA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://climate.nasa.gov/> свободный – (21.09.2020).

### **The remote sensing methods for studying Arctic seas water salinity analysis**

**Pozdniakova V.V.<sup>1</sup>, Kustikova M.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *ITMO University, St.Petersburg, Russian Federation, viktoriya.17@mail.ru*

Abstract. The paper presents a comparative analysis of existing European and American programs for studying salt concentrations in seawater using remote sensing methods.

Key words: sea water salinity, remote sensing methods, Sea surface salinity (SSS), Nasa Aquarius.

## Современная гидрохимическая характеристика рек Ферганской долины Республики Узбекистан

И.Р. Разикова<sup>1</sup>, Б.Э. Нишонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Научно-исследовательский гидрометеорологический институт (НИГМИ),  
Ташкент, Узбекистан, iroda\_2215@mail.ru, bnishonov@meteo.uz

Аннотация. Рассмотрена гидрохимическая характеристика рек Сырдарья, Карадарья и Нарын в Ферганской долине за период 1990-2018 гг. Выявлено, что для этих рек содержание основных загрязняющих веществ не превышает предельно допустимые концентрации.

Ключевые слова: гидрохимическая характеристика, река Сырдарья, Карадарья, Нарын.

Ферганская долина находится на востоке Узбекистана и с трех сторон окружена горными хребтами: с юга Алайский и Туркестанский, с востока Ферганский и Атойнакский, с севера Чаткальский и Кураминский [1]. Эта долина самая густонаселенная территория Узбекистана. Основными источниками водоснабжения Ферганской долины являются реки Карадарья, Нарын и образующиеся их слиянием Сырдарья, а также многочисленные реки и саи. Водные ресурсы этих рек интенсивно используются для водоснабжения населения и орошения в сельском хозяйстве. Исследование изменений современного гидрохимического состояния рек Ферганской долины в современных условиях необходимо для принятия современных решений по охране и рациональному использованию водных ресурсов.

В данной работе изучена современная гидрохимическая характеристика вод рек Сырдарья, Карадарья и Нарын в Ферганской долине на территории Узбекистана. На основе фондовых гидрохимических материалов Узгидромета за период 1990-2018 гг. [2] рассмотрены средние годовые концентрации основных гидрохимических показателей: минерализация, содержание растворенного кислорода, органических веществ (по химическому потреблению кислорода - ХПК и по биохимическому потреблению кислорода - БПК<sub>5</sub>), азотсодержащих ионов (аммоний, нитриты, нитраты), фенолов, фтора и тяжелых металлов (медь, цинк, хром (VI)).

Река Сырдарья берет начало в восточной части Ферганской долине, в месте слияния рек Нарын и Карадарья. Реки Нарын и Карадарья берут свое начало высоко в горах и сливаются вместе на границе Наманганской и Андижанской областей, южнее города Наманган. Питание преимущественно снеговое, в меньшей мере ледниковое и дождевое [1]. Водные ресурсы этой реки используются для орошения важных хлопководческих районов и для гидроэнергетики, бытовых нужд. В настоящее время мониторинг качества воды в этой реке в Ферганской долине проводится на 1 пункте (г. Наманган).

За период 1990-2018 гг. в воде р. Сырдарья средние годовые величины минерализации воды изменялись от 445,0 до 1461,0 мг/дм<sup>3</sup>, растворенного кислорода – 8,78-16,65 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, ХПК – 2,8-32,38 мгО/дм<sup>3</sup>, БПК<sub>5</sub> – 0,41-3,11 мгО/дм<sup>3</sup>. Средние годовые концентрации фенолов фиксируется в пределах – 0-0,007 мг/дм<sup>3</sup>, фторидов – 0,17-0,93 мг/дм<sup>3</sup>, азота аммония – 0-0,39 мг/дм<sup>3</sup>, азота нитритного – 0,003-0,127 мг/дм<sup>3</sup>, азота нитратного – 0,47-4,88 мг/дм<sup>3</sup>, меди – 0,01-5,4 мкг/дм<sup>3</sup>, цинка – 0,1-24,0 мкг/дм<sup>3</sup>, хрома (VI) – 0-9,0 мкг/дм<sup>3</sup>.

Река Карадарья - левая составляющая Сырдарьи на территории Узбекистана, образуется слиянием рек Каракульджа и Тар, берущих начало на склонах Ферганского и Алайского хребтов на территории Кыргызстана. Питание снегово-ледниковое. После выхода из гор её воды интенсивно разбираются на орошение сетью ирригационных каналов и саев [3]. В настоящее время мониторинг качества воды в этой реке проводится на 3 пунктах: г. Андижан (выше сбросов сточных вод очистных сооружений г. Андижана и ниже устья Асакинского сброса), кишлак Учтепа.

В период 1990-2018 гг. в воде р. Карадарья средние годовые величины минерализации воды колебались от 371,2 до 803,9 мг/дм<sup>3</sup>, растворенного кислорода – 7,63-15,1 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, ХПК – 2,74-14,2 мгО/дм<sup>3</sup>, БПК<sub>5</sub> – 0,46-3,86 мгО/дм<sup>3</sup>. Средние годовые концентрации азота аммония

колебались от 0,04 до 0,23 мг/дм<sup>3</sup>, азота нитритного – 0,001-0,164 мг/дм<sup>3</sup>, азота нитратного – 1,84-5,85 мг/дм<sup>3</sup>, фенолов – 0-0,005 мг/дм<sup>3</sup>, фторидов – 0,12-0,470 мг/дм<sup>3</sup>, меди – 0,3-2,7 мкг/дм<sup>3</sup>, цинка – 0,2-1,97 мкг/дм<sup>3</sup>, хрома (VI) – 0,3-6 мкг/дм<sup>3</sup>.

Река Нарын образуется от слияния Большого и Малого Нарына, берущих начало во Внутреннем Тянь-Шане на территории Кыргызстана. В верхнем течении Нарын относится к рекам ледниково-снегового питания, ниже по течению, в связи со снижением высоты водосбора и изменением условий питания, внутригодовое распределение стока постепенно меняется [4]. На р.Нарын мониторинг качества воды ранее проводился на 4 пунктах. В связи с техническими причинами в 1990 г. были закрыты 3 пункта наблюдений. В период 1992-1995 гг. был закрыт единственный пункт в устье реки, в 1996 г. он заново открылся и в настоящее время мониторинг качества воды р. Нарын проводится на указанном пункте.

В период 1990-2018 гг. в воде р. Нарын средние годовые величины минерализации воды колебались от 345,4 до 608,4 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, растворенного кислорода – 7,22-12,71 мг/дм<sup>3</sup>, ХПК – 3,9-15,1 мгО/дм<sup>3</sup>, БПК<sub>5</sub> – 0,25-0,68 мгО/дм<sup>3</sup>. Средние годовые концентрации азота аммония изменялись в пределах –0,023-0,21мг/дм<sup>3</sup>, азота нитритного – 0,002-0,065 мг/дм<sup>3</sup>, азота нитратного – 1,30-4,8 мг/дм<sup>3</sup>, фенолов – 0-0,004мг/дм<sup>3</sup>, фторидов– 0,15-0,64 мг/дм<sup>3</sup>, меди – 0,2-2,9 мкг/дм<sup>3</sup>, цинка – 0,2-2,5 мкг/дм<sup>3</sup>, хрома (VI) – 0-3,9 мкг/дм<sup>3</sup>.

Проведенный анализ современного гидрохимического состояния рек Сырдарья, Карадарья и Нарын в Ферганской долине за период 1990-2018 гг. выявило, что для рек характерно ухудшение качества воды от верховьев к низовьям. Содержание органических веществ по ХПК, БПК<sub>5</sub>, азота аммония, нитратов, фтора находилось в пределах фоновых значений, не превышая ПДК. Содержание растворенного кислорода находился в пределах благоприятной величины для растительности и фауны водной среды. Специфическими загрязняющими веществами вод рек, чаще других превышающими ПДК, являются ионы нитритов, фенолы и тяжелые металлы (медь, цинк и хром).

#### Литературы

1. Ирригация Узбекистана. Т.2. – Ташкент: «Фан», 1975. – 360 с.
2. Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета за 1990-2018 гг. Ташкент, Узгидромет.
3. Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. – Ташкент: НИГМИ, 2005. – 186 с.
4. Видинеева Е.М., Бейлинсон М.Е. Антропогенное влияние на гидрологический и гидрохимический режимы р. Нарын. // Труды САНИГМИ – 1990. Вып. 133(214).-С. 35-42

### Contemporary hydrochemical characteristics of the rivers in the Ferghana Valley of the Republic of Uzbekistan

Razikova I.R.<sup>1</sup>, Nishonov B.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>– Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan,  
 e-mail: iroda\_2215@mail.ru, bnishonov@meteo.uz

Abstract. The hydrochemical characteristics of the Syr Darya, Karadarya and Naryn rivers in the Ferghana Valley for the period 1990-2018 were considered. It was found that for these rivers the main pollutants concentrations does not exceed the maximum admissible concentrations.

Key words: hydrochemical characteristics, river, Syr Darya, Karadarya, Naryn.

## Моделирование двухфазного массопереноса большого водохранилища

Рахуба А.В.<sup>1</sup>, Шмакова М.В.<sup>2</sup>, Кондратьев С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – ИЭВБ РАН – филиал СамНЦ РАН, г. Тольятти, Россия,  
rahavum@mail.ru

<sup>2</sup> – ИНОЗ РАН, Санкт-Петербург, Россия,  
m-shmakova@yandex.ru, kondratyev@limno.org.ru

**Аннотация.** В работе приведены результаты моделирования течений в акватории водохранилища, распространения шлейфов вод притоков и переноса взвешенных частиц при различных гидрометеорологических ситуациях в условиях средней водности.

**Ключевые слова:** уравнения «мелкой воды», конвективно-диффузионный перенос, аналитические формулы расхода наносов и мутности воды

Наблюдения за гидродинамикой, а также переносом растворенных веществ и взвешенных частиц в акваториях крупных водоемов в настоящее время нерегулярны и нередко затруднены в условиях экстремальных гидрометеорологических явлений (штормовых ветрах, высоких паводках и половодьях). В этих случаях математическое моделирование дает возможность оценить пространственно-временные особенности и закономерности течений и распределения мутности в акватории в режиме численного эксперимента при воспроизведении различных неблагоприятных гидрометеорологических ситуаций. Результаты такого моделирования могут быть востребованы при планировании водохозяйственной деятельности на водохранилище (оценка и прогноз качества воды в различных частях водоема, в том числе – в пунктах водозабора, размыва берегов, занесения фарватеров и др.).

Целью настоящего исследования являлась оценка особенностей и закономерностей течений, распространения шлейфов вод притоков и переноса взвешенных частиц в различных гидрометеорологических ситуациях применительно к условиям Куйбышевского водохранилища по результатам имитационного моделирования.

Расчеты пространственного распределения течений, минерализации и мутности воды в акватории Куйбышевского водохранилища выполнялись для условий средней водности. В качестве тестового был выбран 1969 год. Моделирование выполнялось для всего водохранилища, ограниченного на западе Чебоксарским и на востоке Нижнекамским входными створами гидроузлов, соответственно расположенных на Волжской и Камской ветках водохранилища, и на юге – замыкающим створом Жигулевского гидроузла. В расчетах учтено влияние таких притоков как Вятка, Свияга, Казанка, Мёша и Большой Черемшан. В качестве исходных данных на входных створах задавались среднесуточные расход воды, концентрация общей минерализации и мутность воды для периода летней межени для условий средней водности.

Расчеты полей течения и распространения шлейфов вод притоков в водохранилище проводились для стационарного режима расхода при отсутствии ветра, а также для межени периода доминирующих направлений ветра с постоянной скоростью 15 м/с. По данным многолетних наблюдений Росгидромета [1] за ветром в Куйбышевском водохранилище, в период летне-осенней межени преобладают ветра северного и юго-западных румбов. Штормовые ветры со скоростью более 15 м/с могут длиться от нескольких часов до суток и более и охватывать всю площадь водохранилища.

Моделирование пространственной структуры течений в Куйбышевском водохранилище показывает наличие устойчивых циркуляционных образований, обусловленных главным образом морфометрией ложа, направленностью и активностью ветров. Установлены скорости и масштабы таких течений в разных районах водохранилища.

Показано, что воды рек Мёши и Черемшана, распространяясь в плёсовых расширениях самостоятельным потоком, занимают обширную площадь акватории водохранилища (264 – 565 км<sup>2</sup>) и имеют значительную протяженность (51 – 94 км). Формирование пространственной

конфигурации шлейфов речных вод в плесовых районах водохранилища определяется скоростью и направленностью циркуляционных ветровых течений.

В районах русловых участков водохранилища при наличии преобладающего стокового течения смешение вод происходит более интенсивно, чем в плесовых участках. Для рек Свяги и Казанки длина участка смешения составляет 35 км, а для р. Вятки – 10 км.

Рассчитанная на модели пространственная структура вод Куйбышевского водохранилища показывает наличие локальных зон с ярко выраженной неоднородностью. В зонах полного смешения речных вод с основной водной массой общая минерализация в водохранилище возрастает на 7 – 19 %, в результате чего, суммарное увеличение минерализации по длине водохранилища достигает 14 %. Интенсивность и траектория распространения речных водных масс, несущих основную антропогенную нагрузку через границы боковых притоков зависят, как от наличия ветровой циркуляции течений, так и от режима стока на водохранилище. Все это приводит к неравномерному распределению мутности воды и удельного расхода наносов по акватории. Значения концентрации взвешенных веществ в северных и южных частях водохранилища меняются в интервале 11 – 17 мг/л. При этом значения удельного расхода наносов в акватории при сильных ветрах возрастают более чем на порядок.

В результате решения поставленной задачи разработан инструмент для оценки и прогноза распространения растворенной примеси (возможно загрязненной), а также транспорта и переотложения речных наносов в различных точках акватории при различных гидрометеорологических условиях.

#### Литература

1. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР: Куйбышевское и Саратовское водохранилища. Л.: Гидрометеоздат, 1978. 269 с.

### Modeling of two-phase mass transfer of a large reservoir

**Rakhuba A.V.<sup>1</sup>, Shmakova M.V.<sup>2</sup>, Kondratyev S.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Institute of Ecology of Volga River Basin RAS, Tolyatti, Russia,  
rahavum@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Institute of Limnology RAS, Saint-Petersburg, Russia  
m-shmakova@yandex.ru, kondratyev@limno.org.ru*

Abstract. The paper presents the results of modeling flows in the reservoir water area, the distribution of tributary waters, and the transfer of suspended particles in various hydrometeorological situations in medium-water conditions.

Key words: shallow water equations, convective-diffusion transfer, analytical formulas for sediment flow and water turbidity

## Неучтенный сток на ГТС небольших и малых водохранилищ и его оценка

Сакович В.М.<sup>1</sup>, Чернышева Е.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail sakovich@rshu.ru*

<sup>2</sup> – *ООО «НПК Проектводстрой», Санкт-Петербург, Россия, e-mail poltsina@proektvodstroj.ru*

Аннотация. Рассматривается случай неполного учета стока воды на ГТС малого водохранилища. Предложен метод косвенной оценки величин неучтенного стока. Метод основан на уравнении водного баланса водохранилища в наиболее маловодный период года, когда приток в водохранилище становится минимальным. Установлена зависимость неучтенных расходов отдачи от уровня воды в водохранилище.

Ключевые слова: малое водохранилище, водный баланс, расход отдачи, неучтенный сток.

При гидрологических и водохозяйственных расчетах, в целях обеспечения эксплуатации действующих водохранилищ, часто используются данные об отдаче воды в нижний бьеф. Практика показывает, что имеющиеся сведения о расходах воды отдаваемых в нижний бьеф небольших и малых водохранилищ не всегда точны и надёжны.

В частности, пример неточности данных об отдаче воды из водохранилища был установлен при восстановлении ряда притока воды в Хишозерское водохранилище, входящее в систему водохранилищ водораздельного бьефа Беломоро-Балтийского канала.

По имеющимся данным об уровнях воды в водохранилище на конец месяца и средних месячных расходах отдачи воды через водоспуск по уравнению водного баланса были получены значения расходов притока воды в водохранилище. При сопоставлении характеристик вычисленного стока со стоком ближайших рек было установлено достаточно существенное занижение рассчитанных величин относительно характерных для данной территории значений. Так вычисленное по восстановленному ряду значение среднего модуля годового стока составило 8,5 л/(км<sup>3</sup>\*с), а на ближайших реках-аналогах за тот же период (48 лет) средний многолетний модуль годового стока изменяется от 9,6 до 11,8 л/(км<sup>3</sup>\*с). По картам нормативных документов различных лет выпуска значение среднего многолетнего модуля годового стока на этой территории оценивается в 10 л/(км<sup>3</sup>\*с).

При анализе полученных результатов как одна из причин занижения вычисленного притока в водохранилище рассматривалась, в том числе, возможная неточность исходных данных о стоке из водохранилища. Данные о средних месячных расходах отдачи содержат больше количество нулевых значений. Из 660 значений средних месячных расходов воды, пропускаемой в нижний бьеф, 224 равны нулю. Нулевые значения среднемесячной отдачи по месяцам года распределены неравномерно. Наибольшее их количество (134) приходится на зимние месяцы: декабрь – март. Было установлено, что в 39 случаях нулевым значениям расходов отдачи в зимний период соответствует понижение уровня воды в водохранилище и значительный объем сработки водохранилища. При отсутствии каких-либо расходных составляющих водного баланса водохранилища, кроме стока через водоспуск, это противоречит физике процесса.

Предположительной причиной установленного несоответствия уровня режима водохранилища и данных о расходах отдачи является неполнота учета стока воды из водохранилища на ГТС. Для корректировки нулевых значений расходов отдачи воды из водохранилища сделана оценка величин неучтенного стока. С этой целью рассматривалось уравнение водного баланса водохранилища в наиболее маловодный период года, когда приток в водохранилище становится минимальным. В зимний период уменьшение запасов воды в водохранилище определяется исключительно величиной отдачи в нижний бьеф, если другие пути изъятия воды отсутствуют. В таких условиях при величинах притока воды в водохранилище

стремящихся к нулю, уменьшение объема водной массы в водохранилище можно использовать для оценки отдачи воды в нижний бьеф.

На небольших водохранилищах погрешностью в оценке водного баланса, связанной с осадками на поверхность льдам и потерями воды при оседании льда на берегах, можно пренебречь, тем более, что эти составляющие водного баланса компенсируют друг друга.

Метод оценки неучтенного стока на Хижозерском водохранилище реализован по следующей схеме. Из вычисленных по данным об уровнях воды месячных объемов сработки водохранилища, соответствующих нулевым расходам отдачи, выбраны наибольшие для каждого зимнего месяца значения. Установлена зависимость наибольших объемов сработки за месяц от уровня воды в водохранилище. Эта связь преобразована в зависимость среднего месячного расхода отдачи от среднего за месяц уровня в верхнем бьефе водохранилища. Вычисляемые по установленной зависимости расходы дают оценку неучтенного стока, т.к. выполненные построения относятся к нулевым значениям расхода, указанным в данных о стоке через водоспуск.

Введение поправки на неучтенный сток существенно улучшило соответствие вычисленного притока воды к Хижозерскому водохранилищу территориальными характеристиками стока. Среднее многолетнее значение модуля стока с водосбора водохранилища после введения поправки на неучтенный сток составило 10,5 л/(км<sup>3</sup>\*с). Это подтверждает правомерность предположения о наличии неучтенного стока из водохранилища и достаточную корректность примененного для его оценки метода.

### **Unaccounted runoff on the hydraulic engineering structure of small reservoirs and its estimate**

**Sakovich V.M.<sup>1</sup>, Chernysheva E.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, e-mail sakovich@rshu.ru*

<sup>2</sup> – *LLC «SPC Proektvodstroy», St. Petersburg, Russia e-mail poltsina@proektvodstroi.ru*

Abstract. An example of inaccuracy of information about the flow from the reservoir on hydraulic structures is considered. An indirect method is proposed to estimation of unaccounted runoff values from the reservoir. The method is based on the equation of the water balance of the reservoir in the most low-water period of the year, when the inflow into the reservoir becomes minimal. The dependence of the unaccounted runoff values of the downstream flow rates on the water level reservoir is established.

Key words: small reservoirs, water balance, discharge, unaccounted runoff.

## Некоторые проблемы водопользования в Центральной Азии Самиев А.М.,<sup>1</sup> Мухаббатов Х.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Таджикский государственный педагогический университет Таджикистана им. С. Айни, г. Душанбе, Таджикистан. amritspu@gmail.com

<sup>2</sup> – Таджикский государственный педагогический университет Таджикистана им. С. Айни, г. Душанбе, Таджикистан. region\_ek@rambler.ru

Аннотация: В статье рассмотрены природно-географические условия и распределение водных ресурсов Центральной Азии. Отмечается, что после распада Советского Союза проблемы водопользования в Центральной Азии перешли на межгосударственные экономические и политические проблемы.

Ключевые слова: регион, водопользования, деградация, вододеление, потребление, регулирование, гидростанций, использование, водно- энергетические ресурсы.

С распадом Советского Союза и образованием на территории Центральной Азии независимых государств, проблемы вододеления перешли из разряда внутргосударственных и межхозяйственных на межгосударственные экономические и политические проблемы. К этому следует добавить, что демографический рост, увеличивающееся антропогенное давление на природную среду, активизация процессов опустынивания, потепление климата и общая аридизация региона придают особую актуальность проблеме справедливого перераспределения водных ресурсов, как ценнейшего экономического сырья.

По мнению специалистов в результате изменения климата, водные ресурсы северной равнинной части Центральной Азии в первой половине XXI века будут уменьшаться до 2030 года от 6% до 10%, а до 2050 года – 4-8%. В горных районах сток до 2030 года будет изменяться в пределах естественной изменчивости, а к 2050 году возможно сокращение стока до 7-17% [3]. В дальнейшем, по мере сокращения запасов воды в ледниках и увеличения потерь в освободившихся ото льда поверхностях речных бассейнов, поступления воды в реке за счет деградации горного оледенения будет сокращаться. В результате практически полной деградации горного оледенения, ожидаемого в последние десятилетия XXI века, водные ресурсы горных районов сократятся на 10-12% [4].

Хотя еще во второй половине XX века некоторые ученые били тревогу по поводу деградации ледников в горных регионах Центральной Азии, но тогда главное внимание было сосредоточено на освоение новых земель. При распределении водных ресурсов между республиками были учтены в основном специализация каждого региона в условиях плановой системы хозяйствования.

Проблемы ирригации и гидроэнергетики обострились после распада СССР и создания новых независимых государств, когда они приобрели характер межгосударственных. Одна из таких проблем связана с противоречием между ирригацией стран низовьев и гидроэнергетикой в странах верховьев, где отсутствуют углеводородные ресурсы. Страны верхнего течения – Кыргызстан и Таджикистан - заинтересованы в энергетическом режиме использования речного стока, а страны нижнего течения – Казахстан, Туркменистан и Узбекистан – в ирригационном. Особенно сложная ситуация в этом отношении сложилась в бассейне р. Сырдарья, все водные ресурсы которого были полностью исчерпаны уже в 1980-м годам. Орошаемое земледелие требует максимального использования воды в вегетационный период, с апреля по октябрь. Гидроэнергетика же заинтересована в преимущественном использовании речного стока в зимний, наиболее холодный и маловодный период года, с октября по апрель. Таким образом, при ирригационном режиме необходимо наполнение водохранилищ зимой и сработка их летом, а при энергетическом режиме накопление водохранилищ летом и их сработка зимой.

Освоение неиспользованных энергоресурсов реки Вахша и начало строительства каскада Пянджских ГЭС, могут стать качественно новым этапом взаимовыгодного сотрудничества

Таджикистана и стран ЦА по энергетике.

Нет никакого сомнения, что все страны ЦА и Южной Азии глубоко заинтересованы в более полном использовании энергетического потенциала для обеспечения потребности миллионов людей этих регионов.

В будущем на наш взгляд страны ЦА вместе с Россией на основе интеграции могли бы решить водно-энергетическую проблему региона, и использование гидроэнергии приводит к заметному сокращению использования угля, нефти и древесины, сокращая выбросы вредных веществ в атмосферу в огромных масштабах.

#### Литература

1. Средняя Азия. М., «Наука», 1968. С.107.
2. Международная практика сотрудничества и проблемы развития гидроэнергетики. Алматы, 2011. С. 104.
3. Ясинский В.А. и др. Водные ресурсы трансграничных рек в региональном сотрудничестве стран Центральной Азии. Алматы, 2010. С. 171.
4. Салимов Т.О. Таджикистан – страна истоков вод. Душанбе, 2013. С. 62.
5. Нестерова И.Е. Политические проблемы международных отношений, глобального и регионального развития. Санкт-Петербург. 2013. С. 7.

### Some water management problems in Central Asia

**Samiev A.M.,<sup>1</sup> Mukhabbatov H.M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Tajik state pedagogical university named S. Aini, Dushanbe, Tajikistan.*  
*amritspu@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Tajik state pedagogical university named S. Aini, Dushanbe, Tajikistan*  
*region\_ek@rambler.ru*

Annotation: The article addresses the natural and geographical conditions and the distribution of water resources in Central Asia. It is noted that since the dissolution of the Soviet Union, water problems in Central Asia have shifted to inter-State economic and political problems.

Key words: region, water-usage, degradation, water distribution, using, management, hydro stations, water resources.

## **Использование материалов дистанционного зондирования в рыбохозяйственных целях на Дальневосточном бассейне**

**Самко Е.В.<sup>1</sup>, Новиков Ю. В.<sup>1</sup>, Никитин А.А.<sup>1</sup>, Муктепавел Л.С.<sup>1</sup>, Цыпышева И. Л.<sup>1</sup>,  
Капштер А.В.<sup>1</sup>, Гостренко Л.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток, Россия,  
e-mail: evgeniy.samko@tinro-center.ru

Аннотация. Показаны результаты применения спутниковых данных в рыбохозяйственных исследованиях ТИНРО на Дальневосточном бассейне.

Ключевые слова: спутниковые данные, температура поверхности океана, течения, вихри, фронты, ледяной покров, марикультура, пелагические рыбы.

В настоящее время в мировой практике океанологических исследований региональный спутниковый мониторинг занимает прочные позиции как инструмент не только наблюдений, но и исследований океана и атмосферы – и, в особенности, динамики природных процессов и объектов. Сегодня применение космических технологий становится основным практическим и научным методом исследования Земли, водной поверхности и атмосферы. Широта охвата является характерной чертой спутниковых методов исследования Земли, и позволяют получать результат за сравнительно короткий интервал времени.

Появление космических аппаратов, осуществляющих съемку поверхности Земли на регулярной основе, дает возможность проведения, как оперативной съемки, так и накопления обширных архивов данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

Тема использования спутниковой информации в рыбохозяйственных исследованиях ТИНРО появилась в начале 70-х годов по предложению доцента Ленинградского Университета В.Р. Фукса. Цель и направление исследований с самого начала работ определялась с учетом потребностей и возможностей поступающих спутниковых данных.

Основными поставщиками спутниковой информации в ТИНРО являются ДЦ ФГБУ «НИЦ «ПЛАНЕТА», г. Хабаровск и ИАПУ ДВО РАН, г. Владивосток.

В настоящее время в качестве фактической информации используются материалы съемок усовершенствованных американских и российских спутников в различных диапазонах электромагнитного спектра. В качестве основной информации о гидрологических условиях в исследуемых районах нами используются ИК-изображения, которые дают наиболее подробное представление о распределении температуры поверхности океана, динамических образованиях в поверхностном слое океана. Применение для этих целей цифровых ИК и альтиметрических данных позволяет проследивать более полно, нежели по одному виду наблюдений, термические и динамические характеристики наблюдаемых образований. Для исследования ледяного покрова морей используются многоспектральные изображения. Постоянный мониторинг основных вихревых образований, течений и ледяного покрова ДВ морей позволяет вовремя обратить внимание и предсказать ожидаемые последствия от изменения гидрологической ситуации в рассматриваемых районах Северо-Западной части Тихого океана.

За год принимается и обрабатывается свыше 70 тысяч файлов исходной спутниковой информации в виде изображений морской поверхности, карт термических структур и композиционных карт температуры поверхности. Высокое пространственное разрешение используемой спутниковой информации позволяет оперативно на регулярной основе отслеживать и выявлять крупно- и мелкомасштабные изменения океанологических условий морей дальневосточного бассейна. С учетом все более уменьшающегося количества экспедиционных исследований, данные спутниковых наблюдений приобретают все большую актуальность и являются зачастую единственной информацией о среде обитания промысловых объектов. Поэтому мониторинг океанологических условий по данным космических наблюдений является

необходимой основой для составления прогноза сырьевой базы ДВ бассейна, куда фоновые разработки входят важным компонентом прогноза функционирования экосистем. Выполняются прогнозы термики, динамики вод и ледовых условий промысловых районов дальневосточного бассейна (месячные, годовые и путинные). Одним из приоритетных направлений работы является исследование влияния условий среды на марикультуру и миграции nekтона, а также формирование им промысловых скоплений.

Например, стабильность поселения ламинарии в прибрежье Японского моря зависит от состояния Приморского течения. Ослабление или усиление струи Приморского течения отражается на формировании жизненного цикла водоросли. Так, спутниковые карты показали, что в 2000 г. нагон теплых вод к берегам северного Приморья в осенний период вызвал массовое разрушение не только маточных слоевищ, но и многолетних растений водоросли. И, наоборот, в ряд лет, в частности в 2019 г., наблюдалось усиление струи Приморского течения, что отразилось на увеличении весовых и морфометрических параметров растений.

В путину 2019 г. районы промысла кальмара были в мористой зоне Японского моря. Основная причина слабых подходов кальмара на нагул в прибрежные районы Приморья связана с неблагоприятной динамикой поверхностных течений. Летом и осенью было интенсивным Приморское течение, адвекция субтропических вод к прибрежью была слабой. Районы промысла кальмара были связаны с потоками субтропических вод, антициклоническими вихрями, грибовидными течениями в их вершинах, а также в зоне взаимодействия вихревых структур.

В Южно-Курильском районе, в зависимости от положения южнокурильского антициклона и типа океанологических условий в начале 2000-х годов были выделены повторяющиеся характерные группы лет, описаны их гидрологические особенности, для каждой группы представлены месячные схемы распределения промысла сайры и рассчитана его эффективность. Полученные результаты были использованы при составлении путинных и месячных промысловых прогнозов. Исследования, проведенные на промысловых судах в 2014 – 2016 гг подтвердили правильность полученных закономерностей.

Распределение промысловых скоплений сардины и скумбрии хотя и имеет свои особенности, но в большей степени близко к распределению косяков сайры. Основные промысловые скопления сардины и скумбрии приурочены к фронтам северной и восточной границы южнокурильского антициклонического вихря, северному Субарктическому фронту и фронтам системы Ойясио. Значительное различие в положении промысловых участков и в ходе промысла наблюдаются в холодные и теплые годы. Полученные закономерности распределения пелагических рыб используются нами при оперативном обеспечении промысла сайры, сардины и скумбрии в летне-осенний период в Южно-Курильском районе.

Говоря о спутниковом мониторинге, нельзя не упомянуть о мониторинге ледовых условий.

Знание ледовой обстановки и тенденции ее развития позволяет, наряду с безопасностью мореплавания, выделить районы и сроки благоприятные для ведения промысла в зимнее время; определять условия нереста важных промысловых рыб; определять условия воспроизводства морского зверя.

Следует также отметить, что в последние годы мы начали привлекать к анализу промысловой обстановки спутниковые данные по концентрации хлорофилла-*a*. Так в западной части Берингова моря на основании данных тралений и спутниковой информации по хлорофиллу-*a* было получено, что промысловые скопления рыб связаны с зонами цветения фитопланктона, проявляющегося на спутниковых распределениях концентрации и флуоресценции хлорофилла-*a* примерно за 5-20 дней до траления. Высокая биомасса фитопланктона на момент траления является неблагоприятным фактором для скопления nekтонных сообществ даже при высокой биомассе зоопланктона.

### **Use of remote sensing materials for fishery purposes in the Far East Basin.**

**Samko E.V.<sup>1</sup>, Novikov Yu.V.<sup>1</sup>, Nikitin A.A.<sup>1</sup>, Muktepavel L.S.<sup>1</sup>, Tsypysheva I.L.<sup>1</sup>, Kapshiter A.V.<sup>1</sup>, Gostrenko L.M.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>– Pacific branch of FSBNU “VNIRO” (“TINRO”), Vladivostok, Russia,  
e-mail: evgeniy.samko@tinro-center.ru*

Abstract. The results of satellite data application in TINRO fisheries research in the Far East basin are shown.

Keywords: satellite data, ocean surface temperature, currents, eddies, fronts, ice cover, mariculture, pelagic fish.

## Ледовый режим реки Онега и особенности его прогнозирования

Сумачев А.Э.<sup>1</sup>, Банщикова Л.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБУ «ГГИ», Санкт-Петербург, Россия,  
a-sumachev@mail.ru

Аннотация: Рассмотрен ледовый режим реки Онега за 1950-2018 гг. и особенности его прогнозирования в условиях естественного регулирования озером Лача. Выявлено существенное смещение сроков замерзания и вскрытия.

Ключевые слова: ледовый режим, прогнозирование, Онега, зимний режим.

По данным многолетних наблюдений за период с 1950 по 2018 год рассмотрен ледовый режим реки Онега. Результаты работы могут использоваться при планировании водохозяйственной деятельности региона и разработке прогностических моделей.

Река Онега берёт начало из озера Лача, которое оказывает существенное влияние на водный и ледовый режим верховьев реки вплоть до д. Надпорожский Погост. В рамках выполненного исследования была создана база данных по следующим гидрологическим постам реки Онега: г. Каргополь, д. Надпорожский Погост, с. Турчасово, с. Порог и озеру Лача — с. Нокола. База данных включает в себя следующие характеристики ледового режима за осенне-зимний период: начало образования устойчивых ледовых явлений, формирование максимального уровня воды осеннего ледохода, образование устойчивого ледостава и наступление максимального уровня в начале ледостава, а также максимального уровня за весь период ледостава, окончание ледостава; весенний период: максимальные предледоходные и ледоходные уровни, даты очищения реки ото льда, заторные явления. Также проанализировано изменение максимальной толщины льда и повторяемость заторов и зажоров льда. Современное состояние климата оценено по среднесуточным температурам воздуха метеостанций, расположенных в городах Онега и Каргополь.

В пределах водосбора р. Онега происходят типичные для всего Северного края климатические изменения [3], связанные с повышением средней температуры воздуха за холодный период, что в большей степени обусловлено повышением температуры воздуха в весенние месяцы, когда начинается период интенсивного разрушения ледового покрова и снеготаяния. Несмотря на то, что в осенний период повышение температуры воздуха выражено менее четко, наблюдается смещение сроков появления всех начальных ледовых явлений на более поздние. Сроки появления устойчивых ледовых образований сместились на 3 -7 дней, и после 1980 года приходятся в среднем на первую декаду ноября. Водность реки в этот период незначительно снижается, как и на всех крупных реках региона. Первичные ледовые явления, которые в большинстве случаев являются комбинацией заберегов, редкого или густого шугохода или ледохода отмечаются по всей длине реки. Максимальный уровень воды за этот период отмечается, как правило, во время ледохода, реже, как например, в верховьях, где повторяемость ледохода небольшая, при шугоходе. Сроки прохождения максимального уровня за осенний период существенно сместились на более поздние ( $R= +0,33$ ), и после 1980 года максимальный уровень обычно наблюдается в конце второй — начале третьей декады ноября, значения максимальных за осенний период уровней воды не претерпели значительных изменений. Из-за сильного влияния озера Лача и порогов, расположенных по длине реки устойчивый ледостав может прерываться или даже в отдельные годы отсутствовать, что все чаще отмечается на участке реки у д. Надпорожский Погост. Средние сроки образования устойчивого ледостава так же существенно сместились ( $R= +0,31$ ) и приходятся на конец третьей декады ноября, в начале декабря в большинстве случаев река Онега полностью покрывается льдом и переходит на зимний режим. В первые дни ледостава уровни существенно повышаются, что связано с уменьшением пропускной способности русла, однако, данный подъем уровня в дальнейшем не оказывает значительного влияния на формирование весеннего ледохода и не может использоваться в качестве предиктора при его

прогнозировании. Максимальный уровень за ледостав в низовьях отмечается в конце зимы, тогда как в верховьях он может совпадать с максимальным уровнем воды в начале ледостава. Разрушение ледостава начинается в начале третьей декады апреля, при этом из-за существенного повышения температуры воздуха в весенний период происходит еще более значимое смещение сроков вскрытия ( $R = -0,41$ ). Максимальный ледоходный уровень воды в верховьях реки в подавляющем большинстве случаев носит смешанный характер и обуславливается как продолжающимся половодьем, так и ледоходом с озера Лача, при этом следует отметить, что в отдельные годы ледоход может не наблюдаться вовсе, что осложняет его прогнозирование, поэтому в данном случае более целесообразно прогнозирование максимального уровня воды за год, который наблюдается после прохождения вторичного ледохода и жестко связан с максимальными уровнями воды в озере Лача. Максимальный уровень весеннего ледохода в низовьях реки имеет наблюдается в конце апреля, при этом отмечается хорошая связь с уровнями воды, приуроченными к концу ледостава и подвижкам льда, так парный коэффициент корреляции между максимальным предледоходными уровнями и максимальными ледоходными уровнями составляет в селе Турчасово  $+0,81$  со средней заблаговременностью 2 дня,  $+0,59$  в селе Порог со средней заблаговременностью 4 дня. Очищение реки ото льда происходит в первой половине мая. Таким образом продолжительность всех ледовых явлений составляет порядка 180 дней. Повторяемость опасных ледовых явлений в целом не претерпела значительных изменений, так зажоры и заторы льда в районе с. Турчасово наблюдаются практически ежегодно, тогда как для остальных рассмотренных участков реки данные явления не столь часты [1,2].

#### Литература

1. Бузин В.А. Зажоры и Заторы льда на реках России. СПб. ГГИ, ГГИ, 2015. 240 с.
2. Каталог заторных и зажорных участков рек СССР. \ Л.: Гидрометиздат, 1976, т.1.- 260 с.
3. Сумачев А. Э., Банщикова Л. С. Изменение климата и его влияние на ледовый режим рек, Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика современных географических исследований», посвященной 180-летию российского путешественника и натуралиста, исследователя Центральной Азии Н. М. Пржевальского в рамках XV Большого географического фестиваля. – М.: Издательство «Каллиграф», 2019. – 1227 с. [Электронное издание] с. 275-278.

### **Ice regime of the Onega river and features of its forecasting**

**Sumachev A.E.<sup>1</sup>, Bانشchikova L. S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *FSBI "SHI", SPb, Russia, a-sumachev@mail.ru*

Abstract: The ice regime of the Onega River for 1950-2018 is considered. and the peculiarities of its forecasting under the conditions of natural regulation by Lake Lacha. A significant shift in the timing of freezing and opening was revealed.

Key words: ice regime, forecasting, Onega, winter regime.

## Оценка чувствительности генетических составляющих речного стока к изменениям климата

Сучкова К.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт водных проблем РАН, Москва, kseniyasuchkova@mail.ru*

Аннотация. Продемонстрирован модельный подход к оценке чувствительности генетических составляющих речного стока к возможным климатическим изменениям осадков и температуры воздуха на примере бассейна Можайского водохранилища.

Ключевые слова: речной сток, генетические составляющие стока, изменения климата.

Оценка возможного воздействия изменения климата на водные ресурсы представляет собой одну из наиболее сложных задач гидрометеорологии. Неполное знание физических механизмов динамики климатических систем и их взаимосвязей с гидрологическим циклом, а также недостаток наблюдений создают высокую неопределенность, связанную с оценкой гидрологических последствий наблюдаемых и прогнозируемых изменений климата. Водные ресурсы, формирующиеся поверхностными и подземными источниками питания, требуют совместного моделирования и анализа генетических составляющих речного стока. В данной работе проведены модельные численные эксперименты для анализа чувствительности режима стока для бассейна Можайского водохранилища к возможным изменениям годового количества осадков и годовой температуры воздуха.

Исследуемым объектом является бассейн Можайского водохранилища, расположенный на р. Москве на западе Московской области. Общая площадь бассейна составляет 1360 км<sup>2</sup>. Основными притоками р. Москвы являются реки Лусьянка и Колочь. Климат умеренно-континентальный с выраженными сезонами года. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 650-750 мм.

В качестве информационно-аналитической базы для исследования чувствительности генетических составляющих стока к изменениям климата применялась физико-математическая модель ECOMAG (ECOLOGical Model for Applied Geophysics), разработанная Ю.Г. Мотовиловым [Motovilov, 1999, Мотовилов, Гельфан, 2019, Сучкова К.В. и др., 2019]. Эта модель формирования стока в речных бассейнах описывает основные процессы гидрологического цикла суши, такие как испарение, инфильтрацию, формирование снежного покрова, снеготаяние, динамику влажности почвы, формирование поверхностного, подповерхностного, грунтового и речного стока.

В качестве граничных условий модели задавались многолетние ряды суточных сумм осадков, среднесуточных значений температуры и влажности воздуха, полученные по данным наблюдений близлежащих от исследуемого объекта метеостанций. Испытания модели проводились по данным наблюдений за расходами воды на гидрометрических постах Барсуки (р. Москва) и Черники (р. Лусьянка), а также по суммарному притоку воды к Можайскому водохранилищу. Весь расчетный период составлял 34 года: с 1982 по 2015 гг. Калибровка параметров модели ECOMAG проводилась по суточным гидрографам стока на гидропостах за период 1982-1992 гг., валидация осуществлялась для периода 1993-2015 гг. По результатам моделирования соответствие модельных и фактических гидрографов с использованием традиционных статистических критериев можно признать удовлетворительным.

Анализ чувствительности стока к изменению климата для бассейна Можайского водохранилища выполнялся на основе сценарного подхода (изменения температуры воздуха и осадков). Временные ряды суточных осадков и температуры воздуха за весь период наблюдений с 1982 по 2015 гг. были преобразованы путем изменения каждого суточного значения для: осадков на  $\Delta P \in [-10\%, +20\%]$ , температуры воздуха на  $\Delta T \in [-1.0^\circ\text{C}, +2.0^\circ\text{C} \ %]$ . Предполагалось, что суточные осадки и температура изменяются равномерно во все сезоны. Вариант модели формирования стока при  $\Delta P = 0\%$  и  $\Delta T = 0^\circ\text{C}$  (то есть без изменения осадков и температуры) использовался в качестве базового для оценки изменений генетических составляющих питания рек. Результаты численного эксперимента приведены в Таблице 1.

Анализ таблицы показывает, что повышение годовой температуры на один градус (без изменения осадков) приводит к уменьшению суммарного речного стока, а также его поверхностной, почвенной и подземной составляющих примерно на 2-10%. Максимальное снижение отмечается для поверхностного стока, прежде всего за счет увеличения испарения. Десятипроцентное увеличение осадков при различных сценариях изменения температуры воздуха приводит к увеличению рассчитанного суммарного речного стока и его генетических составляющих в пределах от 2 до 26%.

Таблица 1 – Чувствительность (%) рассчитанного среднесуточного стока к изменениям климата ( $\Delta T$ ,  $\Delta P$ ) в бассейне Можайского водохранилища

| $\Delta T, ^\circ C$<br>$\Delta P, \%$ | 0                            | +1  | +2  | -1  | 0                     | +1  | +2  | -1  |
|--|------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|
|  | <b>Суммарный речной сток</b> |     |     |     | <b>Почвенный сток</b> |     |     |     |
| 0%                                     | 0                            | -5  | -10 | 6   | 0                     | -5  | -8  | -1  |
| +10%                                   | 17                           | 12  | 6   | 24  | 26                    | 20  | 18  | 26  |
| +20%                                   | 36                           | 30  | 24  | 43  | 56                    | 48  | 46  | 56  |
| -10%                                   | -16                          | -21 | -26 | -11 | -26                   | -29 | -32 | -25 |
|  | <b>Поверхностный сток</b>    |     |     |     | <b>Подземный сток</b> |     |     |     |
| 0%                                     | 0                            | -10 | -26 | 27  | 0                     | -2  | -4  | 1   |
| +10%                                   | 22                           | 12  | -8  | 51  | 2                     | 0   | -2  | 2   |
| +20%                                   | 43                           | 35  | 12  | 75  | 3                     | 2   | 0   | 3   |
| -10%                                   | -17                          | -30 | -41 | 2   | -2                    | -4  | -6  | -1  |

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 17-7730006).

#### Литература

1. Motovilov Yu.G., L.Gottschalk, K.Engeland and A.Belokurov. ECOMAG – regional model of hydrological cycle. Application to the NOPEX region. Department of Geophysics, University of Oslo, Institute Report Series no.105, May 1999a, 88 p.
2. Мотовилов Ю.Г., Гельфан А.Н. Модели формирования стока в задачах гидрологии речных бассейнов. М., Изд. Российской академии наук, 2019, 300с.
3. Сучкова К.В., Мотовилов Ю.Г., Эдельштейн К.К., Пуклаков В.В., Ерина О.Н., Соколов Д.И. Моделирование генетических составляющих речного стока с использованием гидрохимического способа идентификации водных масс. Вода: химия и экология, 2019, № 1-3, с. 46-56.

### Sensitivity assessment of river runoff genetic components to climate change

Suchkova K.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Water Problems Institute of RAS, Moscow, kseniyasuchkova@mail.ru

Abstract. The model approach to assessing sensitivity of river runoff genetic components to possible climate changes in annual precipitation and air temperature in the Mozhaisk Reservoir River Basin is demonstrated.

Key words: river runoff, genetic components, climate change.

## К вопросу о сезонной динамике форм азота и фосфора в Куршском заливе (Юго-Восточная Балтика)

Таран В.С.<sup>1</sup>, Королева Ю.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта*

Аннотация: в работе проведено исследование пространственно-временной динамики форм биогенных элементов – азота и фосфора – в прибрежной акватории юго-восточной Балтики за период 2019-2020 гг. на примере Куршского залива

Ключевые слова: биогенное загрязнение, органические и неорганические формы азота и фосфора, Куршский залив.

В настоящее время в водах акватории лагун юго-восточной Балтики наблюдается увеличение биогенной нагрузки, которая ведет за собой интенсивное размножение фитопланктона, приводящее к цветению водного бассейна, отложению осадков на дне, а также к нарушению газового обмена. Все это в совокупности приводит к выделению токсичных веществ в водоем и атмосферу [1]. Проблема увеличения биогенной нагрузки на водоем рассмотрена в исследовании на региональном уровне на примере Куршского залива – крупнейшей прибрежной лагуны Балтийского моря. Мониторинг качественного и количественного состава данного водоема проводится еще со второй половины двадцатого века с целью улучшения кормовой базы промысловых рыб и оценки составляющего макрозообентоса [2].

Цель работы - оценка гидрохимического состояния лагун юго-восточной Балтики на примере Куршского залива.

Неорганические соединения азота - нитриты, нитраты и ионы аммония - присутствуют в природных водах главным образом в растворенном виде. Состав органических соединений азота весьма разнообразен (простые и сложные белки, аминокислоты, амины, амиды, мочевины и др.)

Присутствие соединений фосфора в природных водах связано с их геохимическими функциями, этот элемент относится к биогенным компонентам химического состава вод. Различные соединения фосфора способны регулировать энергетические процессы клеточного обмена, но в любом случае массовое содержание общего фосфора в незагрязненных водоемах не достигает высоких показателей – 1n-10n мкг/л [3]

В ходе проведения экспедиционных работ (2019-2020 гг.) в литоральной зоне и акватории Куршского залива, в весенне-летний сезон были отобраны пробы воды. Определение концентрации различных форм азота и фосфора проводили с использованием фотометрических методик, разработанных Гидрохимическим институтом (РД), погрешность определения не превышала величину, указанную в нормативных документах.

Анализ данных химического анализа показал, что в воде Куршского залива азот преимущественно содержится в органической форме. Этот факт свидетельствует об интенсивных процессах минерализации отмершего органического вещества, а также прижизненного и посмертного выделения растворенного органического вещества (РОВ). Низкое содержание нитратов (менее 0,02 мг/дм<sup>3</sup>) связано с их интенсивным поглощением при массовом развитии микроводорослей. Содержание нитритов в среднем составило более 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, что указывает на усиление процессов микробного разложения органических остатков в условиях дефицита кислорода и является одним из критериев загрязнения водного объекта. свидетельствует об интенсивных окислительных процессах в условиях вегетационного сезона 2019 – 2020 гг. Отмеченное превышение ПДК аммонийного азота (для рыбохозяйственных водоемов) в большинстве проб воды Куршского залива в значительной мере может объясняться процессами, происходящими в фитопланктоне, а также постоянным загрязнением вод бытовыми стоками на некоторых участках побережья [4].

Содержание соединений фосфора имеет тенденцию к сезонным колебаниям, поскольку оно зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления

органических веществ. Минимальные концентрации фосфора зафиксированы в теплый период года, максимальные – в начале марта, в период гидрологической зимы [5]. Увеличение массового содержания неорганических форм фосфора связано с процессами бактериального разложения остатков отмерших органических веществ. В связи с этим динамика содержания фосфатов, в целом, совпала с сезонной динамикой содержания нитратов в водах и связана с потребностью планктоном параллельного употребления этих элементов [6].

#### Литература

1. Горбунова Ю.А. Чубаренко Б.В., Домнин Д.А. Методика выделения приоритетных источников биогенной нагрузки с водосборного бассейна реки Преголи //Известия КГТУ, 2018. – № 50. 13-25 с.
2. Margit Eero, Helén C. Andersson, Elin Almroth-Rosell, Brian R. MacKenzie Has eutrophication promoted forage fish production in the Baltic Sea? //Ambio, 2016, Volume 45, Issue 6, pp 649–660.
3. Хайлов К.М. Экологический метаболизм в море. - Киев: Наукова думка, 1971. - 252 с
4. Savchuk O.P. Large-scale nutrient dynamics in the Baltic Sea, 1970–2016 // Front Mar Sci, 2018. – № 5. – P. 1–20.
5. Nainggolan D., Nainggolan D, Hasler B, Andersen HE, Gyldenkaerne S, Termansen M. Water quality management and climate change mitigation: cost-effectiveness of joint implementation in the Baltic Sea region // Ecol Econ, 2018. – № 144. – P. 12–26.
6. Ollikainen M., Hasler B., Elofsson K., Iho A., Andersen H.E., Czajkowski M., Peterson K. Toward the Baltic Sea Socioeconomic Action Plan //Kungl Vetenskaps Akademien. – 2019. – №48. – P. 1377-1388.

### **Seasonal dynamics of nitrogen and phosphorus forms in the Curonian Lagoon (The South-Eastern Baltic)**

**Taran V.S.<sup>1</sup>, Koroleva Y.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad. Russia

Abstract: the paper studies the spatial and temporal dynamics of forms of biogenic elements-nitrogen and phosphorus - in the coastal waters of the South-Eastern Baltic for the period 2019-2020.

Keywords: biogenic pollution, organic and inorganic forms of nitrogen and phosphorus, Curonian lagoon.

## Состояние геодезического обеспечения гидрологических наблюдений в Арктической зоне РФ

Терехова Р. А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ФГБУ «АНИИ», Санкт-Петербург, Россия, e-mail: gwk\_rt@aari.ru

Аннотация: На основе результатов научно-методических инспекций и экспертизы материалов Водного кадастра РФ проведен анализ состояния геодезического обеспечения на гидрологической сети в Российской Арктике.

Ключевые слова: Арктика, гидрология, геодезия

Публикуемые данные в изданиях Водного кадастра являются официальной исходной информацией для потребителей при проектировании, разработке прогностических зависимостей элементов гидрологического режима, моделировании, научном анализе и прогнозах изменения климата.

Научно-методическая экспертиза материалов Водного кадастра по Арктической зоне проводится экспертной научно-методической комиссией АНИИ на стадии подготовки изданий к публикации на основе распорядительных и нормативных документов Росгидромета и в соответствии с федеральным законодательством РФ [1-7].

В изданиях Водного кадастра должны быть опубликованы только надежные данные наблюдений. Ответственный редактор в УГМС обязан выполнить анализ наблюдаемых данных и объективно оценить надежность сведений об уровне и расходах воды за год и их однородность в многолетнем разрезе. Отсутствие объективной оценки качества данных приводит к системным ошибкам и нарушению однородности многолетних наблюдений. При возникновении опасных и особо опасных явлений недостоверная оперативная информация может привести к чрезвычайной ситуации.

Ответственность за недостоверную оперативную информацию и подготовку к публикации наблюдений низкого качества лежит на сотрудниках УГМС. Ответственность за качество экспертизы и разрешение к опубликованию данных лежит на экспертной научно-методической комиссии АНИИ.

Условием надежности и однородности наблюдений за уровнем и стоком воды является наличие устойчивой высотной основы гидрологического поста, в которую входит система геодезических реперов и водомерных устройств (Рисунок 1).

На территории России существует государственная геодезическая сеть реперов, к которым проводится привязка реперов гидрологического поста. Репера постов Росгидромета не входят в систему реперов государственной геодезической сети. Репера постов могут быть привязаны к Балтийской системе высот или иметь условную систему.

Для обеспечения надежности гидрологических наблюдений высотная основа гидрологического поста должна включать не менее трех геодезических реперов Росгидромета в целях обеспечения контроля их устойчивости. Эти репера должны быть устойчивыми и надежными, в этих целях ежегодно должна проводиться контрольная нивелировка реперов и анализ их устойчивости. И только от устойчивого репера проводится контрольная нивелировка водомерных устройств (не менее 2-х раз в год), что обеспечит надежность приводок водомерных устройств над «нулем графика» поста. Схема высотной основы гидрологического поста приведена на рисунке 1.

При отсутствии устойчивости геодезических реперов невозможно обеспечить надежность приводок водомерных устройств. В такой ситуации данные наблюдений за уровнем воды будут несравнимы как в течение года, так и в многолетнем разрезе. При отсутствии устойчивости реперов гидрологического поста выполняется контрольная нивелировка от исходного репера государственной геодезической сети.

На основе результатов научно-методических инспекций и экспертизы материалов Водного кадастра, а также ежегодной информации из УГМС в АНИИ проведен анализ современного состояния высотной основы гидрологической сети в Арктической зоне Российской Федерации

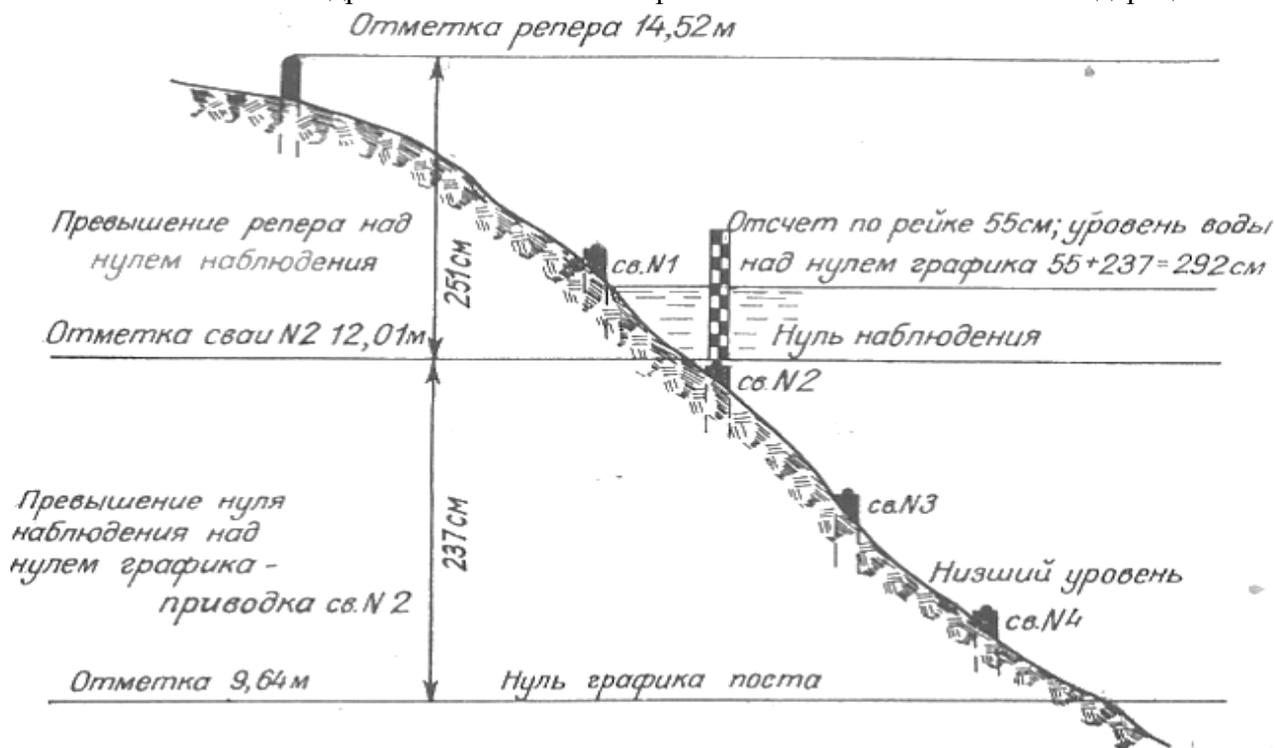


Рисунок 1 – Схема высотной основы гидрологического поста

В последние десятилетия наблюдается разрушение и уничтожение реперов на гидрологической сети в Арктической зоне РФ. Выполнение контроля отметок реперов Росгидромета также часто сопряжено с отсутствием сведений о реперах государственной геодезической сети, их разрушении.

При отсутствии ежегодного контроля за устойчивостью реперов Росгидромета считать надежными сведения об уровне и расходах воды неправомерно. В этой ситуации комиссия АНИИ не имеет права разрешить публикацию некачественных данных.

#### Литература

1. ФЗ от 26.06.2008 N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений". -27 с.
2. Инструкция по нивелированию по нивелированию I, II, III и IV классов. Москва, ЦНИИГАиК, 2003. -145 с.
3. РД 52.04.567-2003 Положение о государственной наблюдательной сети. Росгидромет, 2003 г. Изменение 1 от 01.12.2008 г. -31 с.
4. РД 52.19.751–2010 Оценка гидрометеорологических наблюдений и работ. Обнинск. -106 с.
5. РД 52.10.764-2012 Методические указания по составлению и подготовке к изданию многолетних данных о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек. Обнинск, 2012.
6. РД 52.10.842-2017 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Часть I. Гидрологические наблюдения на береговых станциях и постах. Москва, ГОИН, 2017. -375 с.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам выпуск 2, часть 2. Гидрологические наблюдения на постах. ГГИ, 1975. -264 с.

## **Status of geodetic support of hydrological monitoring in the Arctic zone of the Russian Federation**

**Terekhova R.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>– *AARI, Saint-Petersburg, Russia, e-mail: gwk\_rt@aari.ru*

Abstract: Status of geodetic support on the hydrological network in the Russian Arctic is analyzed on the results of scientific and methodological inspections and expertise of the Russian Federation Water Cadaster materials

Key words: Arctic, hydrology, geodetic.

## Изменчивость сезонного хода ледовитости моря Лаптевых с 1940х гг. XX века.

Тимофеева А.Б.<sup>1</sup>, Юлин А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ГИЦРФ ААНИИ, г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: tianna@aari.ru

Аннотация. В работе проанализированы среднемесячные данные по ледовитости в летний период осредненные по десятилетиям с 1942г. по 2019. Выявлены серьезные изменения сезонного хода последнего десятилетия, не наблюдавшиеся никогда ранее за всю историю наблюдений.

Ключевые слова: уменьшение ледовитости, море Лаптевых, сезонный ход ледовитости

Процесс потепления в Арктике устойчиво развивается, что выражается в изменении метеорологического, гидрологического, ледового режима во всех арктических морях [1, 2, 3]. В настоящем исследовании данные по ледовитости моря Лаптевых проанализированы за период с 1942 г. по 2019 г. в летний период (за июнь с 1967 года). Данные о состоянии ледяного покрова моря получены из архива отдела ледового режима и прогнозов ААНИИ. Архив содержит сведения о распределении льдов в течении всего года (карты ледяного покрова) на основе регулярных ледовых авиаразведок, а также спутниковой информации с конца 1970-х годов.

В таблице 1 представлены основные статистические характеристики ледовитости моря Лаптевых, рассчитанные для всего периода наблюдений с 1942 года, а также отдельно для последнего десятилетия, 2010-2019 гг. Наибольший размах межгодовых колебаний за всю историю наблюдений выявленный для первых 2х декадах августа, в последнем десятилетии сместился на более ранний срок, на последнюю декаду июля, что подтверждает смещение начала интенсивных процессов разрушения ледяного покрова на более ранний срок, выявленное и в других работах. [4]

Таблица 1 – Основные статистические характеристики ледовитости моря Лаптевых

| параметр  | Месяц, декада                          |     |    |      |    |           |           |           |    |          |    |    |
|-----------|--|-----|----|------|----|-----------|-----------|-----------|----|----------|----|----|
|           | Июнь                                   |     |    | июль |    |           | август    |           |    | сентябрь |    |    |
|           | 1                                      | 2   | 3  | 1    | 2  | 3         | 1         | 2         | 3  | 1        | 2  | 3  |
|           | За весь ряд наблюдений 1942-2019 гг.   |     |    |      |    |           |           |           |    |          |    |    |
| среднее   | 91                                     | 89  | 85 | 83   | 78 | 67        | 55        | 43        | 35 | 30       | 29 | 29 |
| максимум  | 100                                    | 100 | 98 | 100  | 97 | 98        | 92        | 90        | 84 | 83       | 82 | 84 |
| минимум   | 69                                     | 67  | 50 | 46   | 32 | 18        | 5         | 0         | 0  | 0        | 0  | 0  |
| амплитуда | 31                                     | 33  | 49 | 53   | 65 | 79        | <b>86</b> | <b>90</b> | 84 | 83       | 82 | 84 |
| СКО       | 6                                      | 8   | 10 | 11   | 14 | 20        | <b>24</b> | <b>24</b> | 23 | 22       | 22 | 22 |
|           | За последнее десятилетие 2010-2019 гг. |     |    |      |    |           |           |           |    |          |    |    |
| среднее   | 84                                     | 80  | 76 | 69   | 60 | 41        | 25        | 17        | 9  | 5        | 4  | 4  |
| максимум  | 93                                     | 94  | 96 | 93   | 92 | 90        | 63        | 52        | 33 | 24       | 12 | 13 |
| минимум   | 69                                     | 67  | 63 | 46   | 32 | 18        | 5         | 0         | 0  | 0        | 0  | 0  |
| амплитуда | 24                                     | 27  | 33 | 47   | 60 | <b>71</b> | 58        | 52        | 33 | 24       | 12 | 13 |
| СКО       | 7                                      | 8   | 11 | 14   | 17 | <b>22</b> | 20        | 16        | 10 | 7        | 5  | 5  |

Среднемесячные данные по ледовитости были осреднены по десятилетиям, результат представлен на рисунке 1. Средняя ледовитость каждого месяца имеет некоторые колебания значений по десятилетиям XX-го столетия. Однако наиболее существенные изменения наблюдаются в два последних десятилетия, после 2000 г. Значительное уменьшение ледовитости наблюдается в августе и сентябре в десятилетие 2000-2009 гг., но особенно сильно изменения в эти месяцы проявились в последнем десятилетии 2010-2019 гг., которое выделяется крайне низкими значениями ледовитости на конец периода таяния, а также значительными изменениями во всем сезонном ходе (рисунок 2).

В осредненном сезонном ходе десятилетия 2010-2019гг. июньское значение ледовитости, хоть и меньше, наблюдавшихся в предыдущие десятилетия, но все-таки остается довольно близким. Уже начиная с июля наблюдается значительное сокращение площади ледяного покрова по сравнению с предыдущими годами, что подтверждается и другими исследованиями, в которых

отмечается более быстрые процессы разрушения ледяного покрова в последнее десятилетие [3, 5, 6]. Этот процесс стремительно нарастает в августе и достигает своего пика в сентябре, когда море практически полностью очищается. Так, если еще в 1990х море в среднем оставалось покрыто льдом на 31%, в 2000х на 21%, то в 2010х в среднем лишь 4% моря остается покрыто льдом к концу сентября.

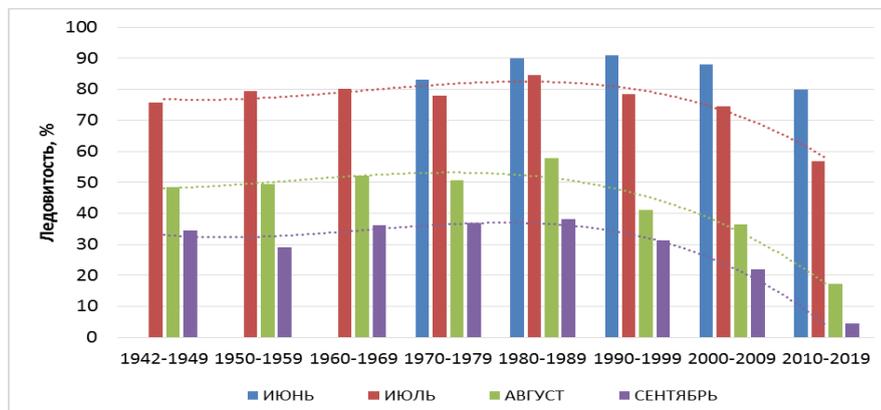


Рисунок 1 – Распределение средних за десятилетие значений ледовитости моря Лаптевых в летний период

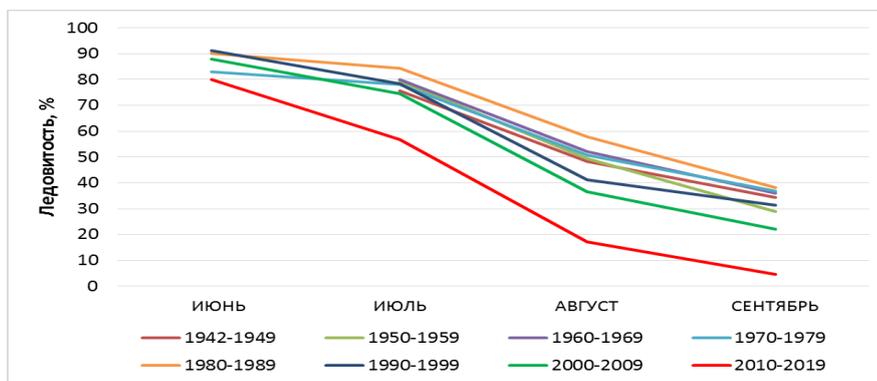


Рисунок 2 – Изменение сезонного хода ледовитости моря Лаптевых по десятилетиям за весь ряд наблюдений

На графике рисунка 2 хорошо видно, насколько сильно выделяется сезонный ход последнего десятилетия по сравнению с наблюдавшимися ранее, которые колеблются в близких пределах во все месяцы летнего периода. Соответственно ледяной покров моря Лаптевых претерпевает серьезные изменения, не наблюдавшиеся никогда ранее за всю историю наблюдений.

### Литература

1. Карклин В.П., Юлин А.В., Карелин И.Д., Иванов В.В. Климатические колебания ледовитости арктических морей сибирского шельфа // Труды ААНИИ. 2001. Т. 443. С. 5 – 11.
2. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Ковалев Е.Г., Смоляницкий В.М. Научные исследования в Арктике. Т. 2, Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. СПб.: Наука, 2007. 136 с.
3. Юлин А.В., Тимофеева А.Б., Павлова Е.А., Шаратунова М.В., Хотченков С.В. Межгодовая и сезонная изменчивость ледовитости российских арктических морей в современном климатическом периоде, Труды ГОИН № 220. стр. 44-60. М. 2019
4. Егоров А.Г., Павлова Е.А. Изменение сроков устойчивого ледообразования в восточных арктических морях России в начале XXI в. Проблемы Арктики и Антарктики. 2019;65(4):389-404. <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2019-65-4-389-404>
5. Тимофеева А.Б., Хотченков С.В., Юлин А.В. Климатическая изменчивость количества сплоченных льдов в море Лаптевых в период навигации, в книге: Гидрометеорология и экология:

научные достижения и перспективы развития Труды II Всероссийской конференции. 2018. С. 624-627.

6. Тимофеева А.Б., Иванов В.В., Юлин А.В., Хотченков С.В. Многолетняя изменчивость атмосферных процессов и ледовитости в море Лаптевых в период с 1940 г. в книге: Гидрометеорология и экология: научные достижения и перспективы развития Труды III Всероссийской конференции. 2019. С. 829-832.

### **Variability of the Laptev Sea seasonal sea ice extent since the 1940s of the XX century.**

**Timofeeva A. B.<sup>1</sup>, Yulin A.V.<sup>1</sup>**

*1- SSCRF AARI, Saint-Petersburg, Russia, e-mail:tianna@aari.ru*

Abstract. The paper consider monthly data of ice extent in the summer period averaged over the decades from 1942 to 2019. Significant changes of the seasonal course during the last decade that have never been observed before in the entire history of observations have been revealed.

Key words: ice cover decrease, Laptev Sea, the seasonal course of sea ice extent

## Межгодовая и сезонная изменчивость мезомасштабных вихрей Лофотенской котловины на основе спутниковых данных

Травкин В.С.<sup>1</sup>, Белоненко Т.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,  
vtravkin99@gmail.com

<sup>2</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург, Россия, btvlisab@yandex.ru

Аннотация. Целью данной работы является изучение межгодовой и сезонной изменчивости мезомасштабных вихрей Лофотенской котловины на основе спутниковых и натуральных данных.

Ключевые слова: Лофотенская котловина, мезомасштабные вихри, сезонная изменчивость, межгодовая изменчивость

Лофотенская котловина, расположенная в центральной части Норвежского моря, характеризуется локальным максимумом вихревой кинетической энергии и является важнейшим транспортным регионом для теплых и соленых вод Атлантики на их пути в Арктический бассейн. В ходе океанологических экспедиций 60–х годов XX века в районе Лофотенской котловины на глубинах порядка 300–1000 м была обнаружена внутривихревая антициклоническая линза – Лофотенский вихрь с центром в районе 70° с.ш. и 4° в.д. Установлено, что вихрь имеет средний радиус порядка 37 км, а также орбитальную скорость 30 см/с [1].

Зимняя глубокая конвекция является необходимым условием существования этого уникального природного феномена, так как она создает благоприятные условия его ежегодной регенерации Лофотенского вихря. Другим механизмом, позволяющим поддерживать в центре котловины высокую антициклоническую завихренность, является захват мезомасштабных вихрей, отрывающихся от Норвежского течения. Мезомасштабные вихри представляют наиболее важную составляющую динамики Лофотенской котловины.

Целью нашей работы является изучение межгодовой и сезонной изменчивости мезомасштабных вихрей Лофотенской котловины на основе спутниковых и натуральных данных.

Указанная цель достигается путем использования данных за период 1993–2016 гг. массивов «Mesoscale Eddies in Altimeter Observations of SSH» и «GLOBAL\_REANALYSIS\_PHY\_001\_030».

Первый массив базируется на алгоритме, который основан на методе идентификации и трекинга вихрей посредством аномалий уровня поверхности океана (SLA), за счет анализа альтиметрических снимков, описанного в работе [2]. Для создания этого массива применялся специально разработанный алгоритм автоматической идентификации и трекинга вихрей в поле аномалий уровня моря (SLA), основанный на анализе альтиметрических снимков [3]. Описание алгоритма дано в работе [4].

В основу данного алгоритма заложено разделение анализируемого поля аномалий уровня с дискретностью, равной 1 суткам на пиксели (квадраты со стороной 0,25°) и последующее выделение на их основе мезомасштабных вихрей. Алгоритм выделяет вихри как скопления пикселей, которые удовлетворяют определенному набору критериев (компактность, наличие экстремума аномалии уровня внутри этого скопления, а также равнозначность значений аномалий внутри контура этого скопления со знаком его экстремума).

Данный массив содержит информацию о следующих параметрах:

1. амплитуда (см) – амплитуда определялась как разность между значением экстремума аномалии уровня внутри замкнутого контура SSH и средним значением аномалии уровня внутри данного контура. Для вихря любой полярности амплитуда представляет собой положительную величину.

2. радиус (км) – определялся как величина, равная радиусу окружности, площадь которой совпадает с площадью пограничного замкнутого контура SSH, на котором орбитальная скорость вихря максимальна.

3. орбитальная скорость (см/с) – значение средней геострофической скорости, приуроченное к наиболее удаленному от центра вихря замкнутому контуру SSH;

4. время существования вихря – количество дней, в течение которых данный вихрь фиксировался в поле аномалий уровня

Второй массив представлен глобальным реанализом на основе спутниковых наблюдений с горизонтальной дискретностью равной  $1/12^\circ$  и вертикальной дискретностью равной 50 уровням. Данный массив основан на глобальной системе прогнозирования CMEMS в реальном времени. Спутниковые наблюдения ассимилируются с помощью фильтра Калмана пониженного порядка. Массив включает в себя среднесуточные и среднемесячные данные по температуре, солености, направлению морских течений, уровню моря, глубине перемешанного слоя и параметрах морского льда.

#### Литература

1) Белоненко Т.В., Волков Д.Л., Норден Ю.Е., Ожигин В.К., Циркуляция вод в Лофотенской котловине Норвежского моря, Вестник СПбГУ, Науки о Земле, Сер. 7, Вып. 2., 2014, с. 108-114.

2) Schlax M. G., Chelton D. B., The “Growing Method” of eddy Identification and Tracking in Two and Three Dimensions, 2016, p. 1–7.

3) Chelton D. B., Schlax M. G., Samelson R. M., Global observations of nonlinear mesoscale eddies, Progress in Oceanography, 2011, 91, p. 196–214.

4) Williams S., Petersen M., Bremer P.-T., Hecht M., Pascucci V., Ahrens J., Hlawitschka M., Hamann B., Adaptive extraction and quantification of geophysical vortices, IEEE T. Vis. Comput. Gr., 2011, 17, p. 2088–2095.

### **Interannual and seasonal variability of mesoscale eddies of the Lofoten Basin based on satellite data**

**Travkin V.S.<sup>1</sup>, Belonenko T.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, vtravkin99@gmail.com*

<sup>2</sup> – *St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, btvlisab@yandex.ru*

Abstract. The aim of this work is to study the interannual and seasonal variability of mesoscale eddies of the Lofoten Basin based on satellite and in-situ data.

Key words: Lofoten Basin, mesoscale eddies, seasonal variability, interannual variability

## Расчет слоя стока весеннего половодья на неизученных реках арктической Чукотки

Ушаков М.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Магадан, Россия, [mvilorih@narod.ru](mailto:mvilorih@narod.ru)

Аннотация: Получена хорошая связь слоя стока за половодье на реках Арктической Чукотки со среднемноголетним годовым стоком. Используя эту связь и редуцированную формулу можно рассчитывать максимальные расходы весеннего половодья редкой повторяемости.

Ключевые слова: слой стока, максимальный расход воды, половодье

В работе ставится цель получить формулу для расчета слоев стока весеннего половодья редкой повторяемости на неизученных реках Арктической Чукотки.

Характер рек и ручьев в рассматриваемом районе горный. Горный рельеф обуславливает одновременное таяние снега в различных высотных зонах и на склонах разной экспозиции. Резко расчлененный рельеф местности рассматриваемой территории, значительные уклоны тальвегов и склонов долин, а также наличие многолетней мерзлоты способствуют формированию больших модулей максимального стока. Максимум половодья наблюдается в конце мая-середине июня.

В гидрологическом отношении район плохо изучен, как по плотности сети постов, так и по продолжительности наблюдений [3]. Имеются данные по стоку на 13 гидрологических постах с длиной ряда не менее 10 лет.

Согласно рекомендациям [2] для определения максимальных расходов воды весеннего половодья на неизученных реках используется редуцированная формула

$$Q_{P\%} = (K_o H_{P\%} \mu_{P\%} A \delta \delta_1 \delta_2 \delta_3 / (A + 1)^n), \quad (1)$$

где  $K_o$  – коэффициент дружности весеннего половодья;  $H_{P\%}$  – расчетный слой стока за половодья обеспеченностью  $P\%$ , мм;  $\mu_{P\%}$  – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоев стока и максимальных расходов воды;  $A$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>;  $\delta$ ,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\delta_3$  – коэффициенты, учитывающие влияние прудов, водохранилищ и проточных озер ( $\delta$ ), залесенности ( $\delta_1$ ), заболоченности ( $\delta_2$ ), распашки  $\delta_3$  (для исследуемой территории коэффициенты равны 1);  $n$  – показатель степени редукции.

Для пользования этой формулой расчетчику потребуется расчетный слой стока за половодье обеспеченностью  $P\%$ .

Учитывая то, что в период половодья проходит в среднем 30-50 % суммарного стока за год [1], слой стока весеннего половодья хорошо связан с нормой модуля годового стока  $M$

$$H_{1\%} = 57,4M^{0,67}, \quad (\text{коэффициент корреляции } r = 0,79). \quad (2)$$

Таким образом, пользуясь формулами (2) и (1) можно вычислять максимальные расходы воды весеннего половодья малой вероятности превышения на неизученных реках Арктической Чукотки.

### Литература

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 19. Северо-Восток. Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 282 с.
2. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России, 2004. – 74 с.

3. Ушаков М.В. О сокращении стационарной гидрологической сети на Северо-Востоке России / Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Тезисы докладов VII Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 30-летию Института проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН и 75-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора В. В. Никонова (Апатиты, 16-22 июня 2019 г.). – С. 172-173.

### **Calculation of the layer of the spring flood on the unstudied rivers of the arctic Chukotka**

**Ushakov M. V.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>– North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute  
n.a. N. A. Shilo, Far East Branch, Russian Academy of Sciences,  
Magadan, Russia, mvilorih@narod.ru*

Abstract. A good relationship has been obtained between the runoff flood layer on the rivers of the Arctic Chukotka and the average annual runoff. Using this relationship and the reduction formula, we can calculate the maximum flow discharge of spring flood water of rare frequency.

Key words: runoff layer, maximum water flow, spring flood.

## Визуализация данных программы АРГО в морях Арктики и Субарктики

Честнов А.И.<sup>1</sup>, Простакевич К.С.<sup>1</sup>, Абрамова А.Л.<sup>1</sup>, Абрамов В.М.<sup>1</sup>, Санина Ю.П.<sup>1</sup>  
Шабанова В.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, k.prost00@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрен метод отображения данных местоположения буев международной программы АРГО по их координатам с применением GIS технологий.

Ключевые слова: визуализация данных, программа АРГО, GIS-технологии

Профилирующие буи АРГО составляют инструментальную основу программы АРГО [1]. Буй сбрасывается в океан для свободного дрейфа под водой на заданной глубине. В открытом океане эта глубина с 1000 метров. После десятидневного дрейфа, буй всплывает на поверхность для фиксации и передачи даты и времени всплытия, координат местоположения точки всплытия, а также массива данных температуры, солёности и давления, полученных в ходе вертикального зондирования при всплытии [1]. В настоящее время буи АРГО применяются также в арктических и субарктических морях [2], где глубина может быть значительно меньше 1000 м [3], а также могут присутствовать морские льды. В этих случаях глубина погружения и периоды свободного дрейфа на этой глубине задаются программным образом, а сам буй может рассматриваться как автономный роботизированный носитель профилирующего типа, содержащий измерительные блоки для определения океанологических характеристик в месте вертикального зондирования при всплытии или погружении. В настоящей работе рассмотрены вопросы визуализации местоположения буев АРГО в арктических и субарктических морях применительно к нормам международного права, регулирующих правила применения свободно дрейфующих буев в морях, где присутствуют границы исключительных экономических зон различных государств [4].

Для визуализации данных, зафиксированных буями АРГО в Мировом океане авторами выбрана программа QGIS. QGIS это дружественная к пользователю географическая информационная система (ГИС) с открытым кодом, распространяющаяся под GNU GeneralPublicLicense. QGIS является проектом OpenSourceGeospatialFoundation (OSGeo), некоммерческой организации, миссия которой заключается в поддержке и содействии совместной разработке открытых геопространственных технологий и данных. QGIS работает на Linux, Unix, Mac OSX, Windows и Android, поддерживает множество векторных, растровых форматов, баз данных и обладает широкими возможностями [5]. Для начала работы в QGIS, необходимо выбрать модули, которые будут использоваться для создания проекта. Каталог предоставляет на выбор сотни модулей, созданных разными командами разработчиков. Первый шаг для создания проекта – это выбор карты, на которую будут наноситься координаты и отмечаться буи АРГО. На взгляд авторов, самым удобным модулем, предоставляемым данной программой является модуль QuickMapServices. Для удобства, наглядности и экономии времени, авторами выбрана карта OSMSStandard. После выбора карты, нужно нанести на неё точки координат буев. Для этих целей использован модуль LatLonTools. Координаты буя вместе с датами его всплытия взяты с официального сайта АРГО, где их можно скачать. Имея таблицу и, выбрав инструмент модуля Multi-locationZoom, в пустую графу вводятся координаты буя вместе с значениями, которые необходимо отобразить, например, температура на поверхности или определённой глубине, всё это заносится в графу Label. В качестве примера взят буй, дрейфовавший недалеко от берегов Норвегии с 23.06.2018 по 12.03.2019. После того, как точки нанесены, нужно открыть настройки для того, чтобы задать параметры нанесения значений в графе Label. В настройках можно выбрать шрифт, размер текста, непрозрачность, размер и вид точек. Следует заметить, что в программах GIS не очень удобный набор инструментов для нанесения условных обозначений, для такой цели лучше использовать графические редакторы.

Следует учитывать, что при использовании буев программы АРГО в арктических и субарктических морях необходимо учитывать международно-правовой аспект деятельности этой

программы и её функционирование как международного проекта. В настоящий момент страны, не являющиеся членами-спонсорами проекта АРГО, имеют право блокировать данные АРГО в случае, если их сбор происходит внутри границы исключительной экономической зоны государства [4]. Редактор QGIS позволяет переключать основную фоновую карту как слои, одним из таких слоёв можно выбрать карту исключительных экономических зон, на которых будет явно видно нахождение буёв и проще будет делать предположение, где и от кого можно ожидать блокировку в случае не очень удачного дрейфа буя. Данные АРГО являются всемирным общественным достоянием, согласно принципу самого проекта. Отметим необходимость совершенствования международного морского права, которое в настоящее время в определенной степени препятствует развитию гидрометеорологии и океанологии в части использования свободно дрейфующих автономных носителей, и поэтому требует определенной доработки и возможной кодификации с последующей систематизацией [6].

Предложенный метод визуализации может быть использован в учебных целях [7], в том числе при гармонизации российских и европейских магистерских программ [8].

Работа выполнена в Российском государственном гидрометеорологическом университете в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FSZU-2020-0009.

### Литература

1. International Argo Project / [www.argo.net/](http://www.argo.net/)
2. Alexandrova L.V., Karlin L.N., Abramov V.M., Gogoberidze G.G., Popov N.N., Water exchange between the Pacific and the Bering Sea with impact on climate change in the Arctic and Subarctic, International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, Bulgaria, vol. 2, issue 3, pp. 701-708, 2014.
3. Bournashov, AV., Alexandrova, LV., Abramov, VM., Gogoberidze, GG. and Karlin, LN. (2014) On Atlantic water inflow to Arctic ocean: Unique Argo buoy trip across Atlantic and Barents Sea. Proceedings of the 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, Bulgaria, vol. 2(3), с. 661-668.
4. Честнов А.И. Эволюция международно-правового регулирования системы Арго / Правотворчество как индикатор эволюции правовых ценностей: внутригосударственное, наднациональное и международное измерения: Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции «Правотворчество как индикатор эволюции правовых ценностей: внутригосударственное, наднациональное и международное измерения» (РГПУ им. А.И. Герцена, 23-24 ноября 2018 г.) / под ред. д.ю.н., профессора И.Л. Честнова. – СПб.: Астерион, 2018. – 320 с. С.227-234
5. QGIS / <https://qgis.org/ru/site/>
6. Честнов А.И. Проблемные вопросы систематизации международного морского права // Альманах молодого исследователя / под общ. ред. А. А. Сапожкова. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский юридический институт (филиал) Университета прокуратуры Российской Федерации, 2019. — Вып. 6. — 144 с. С.123-126
7. Честнов А.И., Базанов О.П., Барашок А.И. Абрамова А.Л., Простакевич К.С. Абрамов В.М. и др. Разработка макета информационно-аналитической системы по правовому обеспечению морской деятельности России на арктическом направлении / В сб. Инфогео-2018. Стратегическое управление развитием территорий. Сборник трудов V международной научно-практической конференции. 2018. С.27-30.
8. Абрамов В.М., Карлин Л.Н., Скобликова А.Л. Гармонизация российских и европейских магистерских программ в области экологического туризма, Ученые записки РГГМУ, 2006, вып. 3, с. 172-183.

**Visualization of ARGO program data in the arctic and subarctic seas**  
**Chestnov A.I.<sup>1</sup>, Prostakevich K.S.<sup>1</sup>, Abramova A.L.<sup>1</sup>, Abramov V.M.<sup>1</sup>, Sanina Yu.P.<sup>1</sup>,  
Shabanova .A<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, k.prost00@mail.ru*

Abstract. It is considered the visualization method for floats ARGO location data by their coordinates using GIS technologies.

Key words: data visualization, ARGO program, GIS technologies.

## О влиянии естественных и антропогенных факторов на эволюцию литосистемы Калининградского залива Балтийского моря

Чечко В.А.<sup>1</sup>, Топчая В.Ю.<sup>1</sup>, Кривошлык П.Н.<sup>2</sup>, Пугачёва Т.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36, e-mail: che-chko@mail.ru;

<sup>2</sup> – БФУ им. И. Канта, Калининград, Россия

Аннотация. Показано, что основными антропогенными факторами, влияющими в заливе на изменение условий осадконакопления и трансформацию донных отложений, являются техногенное взмучивание донных осадков и зарегулирование речного стока.

Ключевые слова: Осадконакопление, литологические колонки, Калининградский залив, донные осадки, техногенное взмучивание донных осадков.

Прибрежные водоемы характеризуются, как правило, интенсивной хозяйственной деятельностью, обуславливающей усиленную антропогенную нагрузку на все звенья экосистемы. К ним относится и Вислинский залив (частью которого является Калининградский залив) – крупнейший мелководный (максимальная глубина 5.2, средняя – 2.7 м) бассейн лагунного типа Балтийского моря, расположенный в его юго-восточной части (рис. 1). Это трансграничный водоемом (56% его территории находится под юрисдикцией России, 44% – Польши). В акватории залива функционирует морской канал, по берегам создаются новые портовые комплексы, в нем ведется рыбный промысел, добыча нерудных полезных ископаемых, с каждым годом возрастает роль залива как рекреационного объекта. Таким образом, Вислинский залив – весьма интересный природный объект, на примере которого можно продемонстрировать особенности влияния антропогенного фактора на ход осадкообразовательных процессов.



Рисунок 1 – Расположение Вислинского залива

Наиболее изученными являются реакция литогенной системы на зарегулирование речного стока и воздействие антропогенного фактора на перемещение осадочного вещества. Антропогенное воздействие на режим переноса осадочного материала бывает прямым и опосредованным. Прямое – это его механическое перемещение, например, при углублении судоходного канала, реконструкции причалов и гаваней. Ежегодно земснарядами из Калининградского морского канала выносятся от 300 000 до 1 млн. м<sup>3</sup> грунта, что в десятки раз превышает годовой твердый сток р. Преголи, являющейся крупнейшим поставщиком осадочного материала в залив.

Опосредованное антропогенное влияние обусловлено движением судов по каналу с последующим взмучиванием донных отложений и их переносом во взвешенном состоянии. Результаты исследований [1] показали, что судно с осадкой 5-6 м повышает в канале среднюю концентрацию взвеси (по сравнению с ее фоновыми значениями) в 1,4-2 раза, а с осадкой 7-8 м. - в

2,5-3 раза. Важнейшим следствием антропогенного влияния является образование в канале зоны с постоянно повышенным (примерно на 25% по сравнению с примыкающими участками залива) фоновым содержанием водной взвеси, которую можно классифицировать как природно-техногенную [2]. Часть ее формируется за счет естественных процессов - твердого стока рек, взвеси, приходящей с акватории залива, продуцирования органического вещества, другая часть (около 25%) - за счет взмучивания осадков проходящими судами.

До 1916 г осадконакопление в заливе определялось рекой Вислой. Через ее приток Ногат в залив ежегодно поступало 300-400 тыс. тонн аллювия, что в 4-5 раз превышало объем твердого стока всех остальных рек бассейна залива. Волны и течения не в состоянии были переработать такой объем материала, и значительная его часть осаждалась в приустьевом районе, за счет чего дельта выдвигалась в залив в среднем на 15 га в год [3]. После постройки водорегулирующих сооружений на реке Ногат (в 1916 г.) речной сток и количество приносимого терригенного материала уменьшились в сотни раз. Это привело к масштабным изменениям условий осадконакопления и к изменениям состава донных отложений, что подтверждено результатами изучения 9 литологических колонок, отобранных в восточной части залива.

В верхнем горизонте колонок (до глубины 45-60 см) распространены современные, сформированные после зарегулирования речного стока сильно обводненные, темно-серые отложения с преобладанием крупных алевритов, и с незначительным (около 4%) содержанием пелитового материала. Они бедны органическим веществом (значения ППП варьируют в диапазоне 2-6 %), и характеризуются отсутствием видимой слоистости, что свидетельствует о регулярном взмучивании и перемешивании осадков [4].

В нижних горизонтах колонок выявлены отложения, сформированные до зарегулирования речного стока. Они представлены более плотными, зеленовато-серыми (оливковыми), обогащенными органикой илы. Значения ППП в них выше (20-30%), чем в современных осадках. Монотонное увеличение значений ППП по вертикали к нижним слоям свидетельствует о стабильном характере поступления органического вещества в донные отложения и о неизменности источника его поступления - речного стока. О специфических условиях осадкообразования, обусловленных доминированием речного стока, указывают также вкрапления и агрегаты вивианита, выявленные в нижних слоях колонок.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант р\_а № 19-45-390013) и правительства Калининградской области РФ.

#### Литература

1. Чечко В.А., Чубаренко Б.В., Курченко В.Ю. О натуральных исследованиях взвешенного вещества, образующегося в судоходном канале под воздействием движущихся судов // Водные ресурсы. 2011. Т.38, №3. С. 297-305
2. Чечко В.А. Особенности современных процессов осадкообразования в Вислинском и Куршском заливах // Система Балтийского моря / Ред. А.П. Лисицын. М.: Научный мир, 2017. С. 373-380.
3. Гидрометеорологический режим Вислинского залива / Под ред. Н.Н. Лазаренко, А. Маевского. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 279 с.
4. Чечко В.А., Чубаренко Б.В., Топчая В. Ю. Влияние природных и антропогенных факторов на формирование осадочной толщи Калининградского залива Балтийского моря // Известия КГТУ. Калининград: Издательство КГТУ. 2018. №48. С. 47-58.

**On the influence of natural and anthropogenic factors on the evolution of the lithosystem of the Kaliningrad Bay of the Baltic sea**

**Chechko V.A.<sup>1</sup>, Topchaya V.Yu.<sup>1</sup>, Krivashlyk P.N.<sup>2</sup>, Pugacheva T.L.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>- *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, 36, Nahimovskiy prospekt, Moscow, Russia, 117997, e-mail: che-chko@mail.ru;*

<sup>2</sup>-*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

Abstract. It is shown that the main anthropogenic factors affecting the change of sedimentation conditions and transformation of bottom sediments in the lagoon are technogenic agitation of bottom sediments and regulation of river flow. Key words: sedimentation, lithological columns, Kaliningrad Bay, bottom sediments, technogenic agitation of bottom sediments.

**Спутниковый мониторинг интенсивного «цветения» вод Желтого моря****Швед Я. В.<sup>1</sup>, Фролова Н. С.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>— *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*<sup>2</sup>— *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, uana29000@gmail.com*

Аннотация. В данной статье рассмотрена экологическая проблема Желтого моря, связанная с ежегодным обильным «цветением» воды. Сейчас эта тема особенно актуальна для Желтого моря, так как предотвратить этот процесс на данный момент невозможно, и именно поэтому мы обращаемся к спутниковому мониторингу.

Ключевые слова. Желтое море, «цветение» воды, хлорофилл, фосфаты, нитраты, статистический анализ, спутниковые данные.

Abstract: this article deals with the ecological problem of the Yellow sea associated with the annual abundant "blooming" of water. This topic is particularly relevant for the Yellow sea, as it is currently impossible to prevent this process, and that is why we are turning to satellite monitoring.

Keywords: Yellow sea, "blooming" water, chlorophyll, phosphates, nitrates, statistical analysis, satellite data.

Для определения интенсивности «цветения» вод Желтого моря и факторов, вызывающих этот процесс, были использованы спутниковые данные среднемесячных значений температуры и концентрации хлорофилла «а», фосфатов, нитратов на станциях с координатами: 1 станция – 35°30' с.ш., 120°0' в.д.; 2 станция – 36°0' с.ш., 121°15' в.д.; 3 станция – 32°15' с.ш., 121°30' в.д.; 4 станция – 37°45' с.ш., 126°0' в.д.; 5 станция – 36°0' с.ш., 120°15' в.д. Период наблюдений составил 12 лет с 2007 по 2018. Станции выбирались в непосредственной близости с крупными населенными пунктами на побережье Желтого моря, для того чтобы проследить обильное развитие водорослей в связи с интенсивным выносом биогенных элементов в этих районах. Поля распределения среднемесячных значений температуры, хлорофилла, фосфатов и нитратов на глубине от 0 до 5 метров были взяты из баз данных сервиса мониторинга морской среды Copernicus [3].

Для работы были использованы такие статистические методы [2], как корреляционный и спектральный анализы, взаимная корреляция, был проведён анализ тренда временного ряда и построен сезонный ход за все интересующие годы.

Основное воздействие на интенсивность «цветения» оказывают следующие факторы: сбрасывание сточных вод с попаданием биогенных веществ, таких как фосфаты и нитраты. Следует отметить, что большую роль играет температура поверхности океана, которая оказывает непосредственное влияние на образование зеленых водорослей [4,5].

В ходе работы был построен внутригодовой ход на выбранных станциях. Анализируя полученные графики за все интересующие годы, можно сделать вывод, что на станциях №1 и №2 было выявлено усиление процессов эвтрофирования в зимний период, чему способствовало большое попадание биогенных веществ, а конкретно фосфатов, что подтверждается высокими значениями коэффициента корреляции между концентрациями хлорофилла и фосфатов. При этом на данных станциях температура воды не оказывала существенного влияния на показатели хлорофилла «а». Расчёты и анализ коэффициентов корреляции проводились для слоя от 0 до 5 метров. Поскольку корреляционная матрица показала достаточно хорошую связь между характеристиками по всем глубинам на станциях №1 и №2, были взяты осредненные значения характеристик по глубине для расчёта коэффициентов корреляции. Все коэффициенты были проверены на значимость. При проверке было определено, что на станциях № 1 и №2 все коэффициенты значимы.

На станциях № 3 и №5 наблюдалась иная ситуация. В данных областях были отмечены высокие показатели нитратов и фосфатов, которые поступали в море со сточными водами из

крупного города Шанхай и Циндао, что способствовало летнему усилению процессов эвтрофикации. Температура также оказывала большое влияние на показатели хлорофилла «а», что подтверждается расчётами корреляционной матрицы. Поскольку корреляционная матрица показала плохую связь между характеристиками на разных глубинах, то все значения, за исключением температуры, не осреднялись. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что показатели хлорофилла «а» на глубине 0,5 метров и значения температуры тесно связаны между собой и имеют внутригодовой ход.

Внутригодовой ход за период исследования на станции №4 повторялся из года в год. Анализ полученных графиков показал, что на станции № 4 было зафиксировано в основном зимнее усиление процессов эвтрофикации Желтого моря, чему способствовало попадание сточных вод из города Сеул, содержащих большое количество нитратов.

Поскольку корреляционная матрица показала достаточно хорошую связь между глубинами в слое от 0 до 5 метров, то были взяты осредненные значения характеристик для расчёта коэффициентов корреляции. Проверка коэффициентов корреляции на значимость показала, что на станции № 4 все коэффициенты значимы.

Анализируя совмещенный график взаимокорреляционной функции (ВКФ) между показателями хлорофилла «а» на разных глубинах и уровнем значимости для всех станций, было выявлено, что между показателями хлорофилла «а» на различных глубинах на станциях №1 и № 2 прослеживается хорошая корреляционная взаимосвязь, нет сдвига сезонного хода по глубине, а также четко прослеживается периодичность.

В ходе работы было выявлено, что между глубинами практически отсутствует корреляционная зависимость на станциях 3 и 5, а на 4 прослеживается корреляционная связь, но степень связи ВКФ не высокая. Также были отмечены сдвиги сезонного хода по глубине на станциях № 3, № 4 и № 5. Четкой периодичности на станциях №3, №4 и № 5 выявлено не было.

При анализе тренда следует отметить, что, конечно же, длина ряда среднегодовых значений не позволяет говорить о каком-то значимом тренде, но в работе были сделаны приблизительные оценки тенденции в изменении концентрации хлорофилла «а». При оценке тренда было выявлено, что он отсутствует для всех точек, т.к. нигде не было обнаружено наличие значимого коэффициента тренда, корреляции или корреляционного отношения.

Проведённый гармонический анализ показал, что для среднегодовых значений в основном отмечаются периоды 3, 4, 6 и 8 лет. Для среднемесячных значений в основном была выявлена периодичность 6 и 12 месяцев.

Во временном ходе температуры и хлорофилла «а» прослеживается четкая периодичность. В целом можно заметить, что высокие показатели хлорофилла отмечаются в весенний период с апреля по май, что не совпадает с временным ходом температуры, где пик приходится на летний период, из чего можно сделать вывод, что показатели температуры не везде оказывают непосредственное влияние, в отличие от биогенных веществ.

### Литература

1. Нелепо Б.А., Коротаев Г.К., Суетин В.С., Терёхин Ю.В. Исследование океана из космоса. Киев: Наукова думка, 1985.
2. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. – 408с.
3. Schuckmann K., Traon P.-Y. L., Alvarez-Fanjul E. et al. The Copernicus Marine Environment Monitoring Service Ocean State Report // Journal of Operational Oceanography. 2016. 9:sup 2. P. 235–320.
4. Штрайхерт Е.А., Захарков С.П. О пространственно-временной изменчивости концентрации хлорофилла а на шельфе Петра Великого при зимне-весеннем цветении фитопланктона по спутниковым и подспутниковым данным// Исследование Земли из космоса, 2016, № 1–2, с. 173–186
5. Мордасова Н.В. Косвенная оценка продуктивности вод по содержанию хлорофилла// Труды ВНИРО, 2014, Т 152, с. 41-56.

## Исследование краевых эффектов шельфовой зоны при трансформации полностью нелинейных внутренних волн

Шишкина О.Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *ФИЦ Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия, olsh@appl.sci-nnov.ru*

Аннотация. Исследованы краевые эффекты, возникающие в шельфовой зоне с плоским горизонтальным дном при взаимодействии с полностью нелинейными внутренними волнами.

Ключевые слова: шельф с горизонтальным дном, полностью нелинейные внутренние волны, краевые внутренние волны, периодические течения.

Ранее автором экспериментально и теоретически исследовались процессы формирования краевых эффектов в ходе пространственной трансформации уединенных внутренних волн большой амплитуды в шельфовой зоне с горизонтальным дном [1, 2]. В данной работе рассматриваются гидрологические явления, источником которых служат полностью нелинейные внутренние волны.

Используем уравнение в безразмерных переменных [3], определяющее возможность формирования краевых внутренних волн или периодических плоских течений над шельфом с горизонтальным дном в процессе пространственной трансформации полностью нелинейных внутренних волн в шельфовой зоне с двуслойной горизонтальной стратификацией:

$$K_{2S} \left( 1 + A_1 K_{h1} + A_2 (K_{h1})^2 + A_3 (K_{h1})^3 + A_4 (K_{h1})^4 + O(K_{h1}^5) \right) = \sqrt{\frac{K_S}{K_2}}$$

где  $K_{h1} = \eta / h_1$ ,  $K_{2S} = \eta / h_{2S}$ ,  $K_2 = h_2 / h_{2S}$ ,  $K_H = H / H_S$ ;  $\eta$  - амплитуда нелинейной внутренней волны,  $h_1$  и  $h_2$  - толщины верхнего и нижнего слоев двуслойной стратификации,

$h_{2S}$  - толщины нижнего однородного слоя над шельфом,  $H$  и  $H_S$  - общая глубина акватории и глубина над шельфом, соответственно. Решения уравнения (1) в безразмерных переменных, апробированные для примеров лабораторных и натурных данных, представлены на Рис. 1.

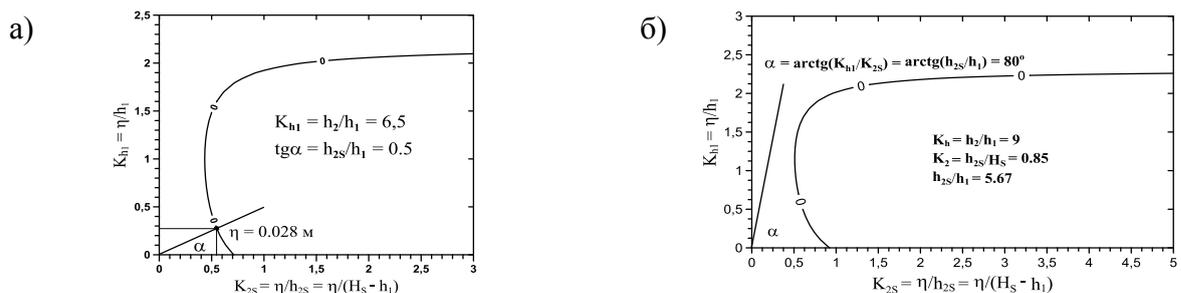


Рисунок 1 – Графики решения уравнения (1):

а – экспериментальные условия [1], б – устье реки Колумбия на шельфе Северной Америки [4].

### Литература

1. Shishkina O. D., Sveen J. K., Grue J.: Transformation of internal solitary waves at the "deep" and "shallow" shelf: satellite observations and laboratory experiment. *Nonlin. Processes Geophys.* 2013. V. 20. P. 743-757.
2. Шишкина О.Д. Исследование границы применимости теории нелинейных внутренних волн для пространственных краевых явлений в шельфовой зоне. В сб.: Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды XIV Всероссийской конференции. СПб.: ЛЕМА. 2018. С. 198-201.
3. Шишкина О.Д. Линейные и нелинейные механизмы пространственной трансформации внутренних волн на шельфе с горизонтальным и наклонным дном. В сб.: Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития. Труды III Всероссийской конференции. СПб.: Химиздат. 2019. С. 995-999.
4. Nash J., Moum J. River plumes as a source of large-amplitude internal waves in the coastal ocean. *Nature.* 2005. V. 437. P. 400–403.

### **Study of edge effects of the shelf zone caused by interaction with fully non-linear internal waves**

**Shishkina O.D.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *FRC Institute of Applied Physics RAS, Nizhny Novgorod, Russia, olsh@appl.sci-nnov.ru*

Abstract. Edge effects induced in the continental shelf zone with a flat horizontal bottom in the process of interaction with the fully non-linear internal waves were investigated.

Key words: shelf with horizontal bottom, completely nonlinear internal waves, edge internal waves, periodic currents.

## Краткосрочный прогноз уровня моря на базе методов деревьев решений и леса деревьев

Яговкина Е.А.<sup>1</sup>, Хаймина О.В.<sup>1</sup>, Кубышкин Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> – ООО «Арктик Шельф Консалтинг», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация: в данной работе представлены результаты исследования применения методов деревьев решений и леса деревьев для целей оперативного прогноза непериодических колебаний уровня моря у м.Каменный Обской губы Карского моря

Ключевые слова: Обская губа, Карское море, сгонно-нагонные колебания, уровень моря

Введение. Современная хозяйственная деятельность в акватории моря требует высокой точности краткосрочного прогноза уровня моря. При этом желательно обеспечить достаточную заблаговременность. Такие исследования ведутся для м.Каменный Обской губы Карского моря [1, 2, 3, 4] с использованием различных методов. Именно этот район и стал объектом исследования в данной работе. В настоящий момент методик прогноза непериодических колебаний уровня моря для данного региона, реализуемых в оперативной практике нет, поэтому это и являлось предметом исследования. В работе использовались результаты ежечасных натуральных наблюдений у м.Каменный и у п.Салмановского за уровнем моря и атмосферным давлением за 2019 год (данные предоставлены ООО «Арктик Шельф Консалтинг»). Для разработки прогностической зависимости непериодических колебаний из исходного ряда данных были удалены приливные колебания.

Ранее выполненные исследования показали [3], что использование регрессионных зависимостей, учитывающих только предшествующие значения уровня моря или предшествующие значения уровня моря и градиенты давления над акваторией Обской губы не обеспечивают требуемые точность и оправдываемость прогноза. Для улучшения качества прогностической модели в данном исследовании были использованы два подхода: метод деревьев решений и метод леса решений. Алгоритм деревьев решений изложен в работе Бреймана [5].

На первом этапе возможности использования методов рассматривались на зависимой выборке. При использовании в качестве предикторов предшествующих значений уровня моря (120 часов), при заблаговременности в 2 часа, максимальная ошибка прогноза ( $\max \varepsilon$ ) не превышает 10 см, коэффициент детерминации ( $R^2$ ) равен 0.99. При добавлении других предикторов (предшествующие значения атмосферного давления, уровень у Салмановского значения) качество прогноза возрастает незначительно (таблица 1). При увеличении заблаговременности качество прогноза значительно снижается. При использовании модели на независимой выборке качество прогноза снижается. Так как с помощью метода деревьев решений не удалось добиться требуемого качества с достаточной заблаговременностью был опробован метод леса деревьев. Лес деревьев – это метод, совмещающий в себе несколько деревьев решений (в данной работе 500) «голосующих» за то или иное значение. Анализ результатов показал, что для зависимой выборки увеличение заблаговременности от 2 до 12 часов осуществляется без потери качества (таблица 1).

На втором этапе прогностическая модель, основанная на методе леса деревьев (предикторы – предшествующие значения уровня моря, заблаговременность 2 часа) была применена к независимой выборке, качество прогноза снизилось (таблица 1).

| Модель         | Предикторы                                   | Выборка     | Прогноз на: | R <sup>2</sup> | max   | Оправдываемость |
|----------------|--|-------------|-------------|----------------|-------|-----------------|
| Дерево решений | Уровень за 120 часов                         | Зависимая   | 2 часа      | 0,99           | -0,09 | 99%             |
|                |  | Независимая | 2 часа      | 0,96           | -0,17 | 89%             |
|                |  | Зависимая   | 12 часов    | 0,82           | 0,25  | 63%             |
|                |  | Независимая | 12 часов    | 0,72           | 0,3   | 49%             |
| Дерево решений | Уровень, давление за 120 часов               | Зависимая   | 2 часа      | 0,98           | -0,11 | 98%             |
|                |  | Независимая | 2 часа      | 0,96           | -0,22 | 88%             |
|                |  | Зависимая   | 12 часов    | 0,82           | 0,24  | 63%             |
|                |  | Независимая | 12 часов    | 0,72           | 0,3   | 49%             |
| Дерево решений | Уровень, давление за 120 часов, уровень Салм | Зависимая   | 2 часа      | 0,98           | -0,11 | 98%             |
|                |  | Независимая | 2 часа      | 0,96           | -0,22 | 88%             |
|                |  | Зависимая   | 12 часов    | 0,82           | 0,25  | 63%             |
|                |  | Независимая | 12 часов    | 0,72           | 0,3   | 49%             |
| Лес деревьев   | Уровень за 120 часов                         | Зависимая   | 2 часа      | 0,96           | -0,02 | 100%            |
|                |  | Независимая | 2 часа      | 0,96           | -0,16 | 91%             |
|                |  | Зависимая   | 12 часов    | 0,995          | 0,07  | 100%            |
|                |  | Независимая | 12 часов    | 0,73           | -0,31 | 52%             |
| Лес деревьев   | Уровень, давление за 120 часов               | Зависимая   | 2 часа      | 0,998          | -0,02 | 100%            |
|                |  | Независимая | 2 часа      | 0,97           | -0,17 | 92%             |
|                |  | Зависимая   | 12 часов    | 0,998          | 0,04  | 100%            |
|                |  | Независимая | 12 часов    | 0,76           | -0,32 | 50%             |
| Лес деревьев   | Уровень Салм, давление за 120 часов          | Зависимая   | 2 часа      | 0,997          | 0,04  | 100%            |
|                |  | Независимая | 2 часа      | 0,81           | -0,2  | 49%             |
|                |  | Зависимая   | 12 часов    | 0,997          | 0,04  | 100%            |
|                |  | Независимая | 12 часов    | 0,8            | -0,22 | 47%             |

Анализ. Оба метода показывают себя хорошо применительно к зависимой выборке, однако, на независимой выборке качество прогноза падает. Увеличение заблаговременности на независимой выборке никак не влияет на метод леса деревьев, в то время как метод деревьев решений очень чувствителен к этим изменениям. При продолжительном нагоне, который наблюдался в ряду независимой выборки, оба подхода не могут дать прогноз, близкий к реальным значениям. Исключение из предикторов предшествующих значений уровня моря (в качестве предикторов использовать атмосферное давление или уровень у Салмановского месторождения) значительно ухудшает качество прогноза. Одним из путей улучшения качества прогностических моделей является их обучение на более разнообразном наборе случаев сгонов и нагонов. Исследование будет продолжено далее для выявления возможности использования метода на данных 2017, 2018 годов

#### Литература

1. Пискун А.А., Войнов Г.Н. Сгонно-нагонные колебания уровня воды в Новом Порту (Об-ская губа) // Проблемы Арктики и Антарктики. 2020 Т. 66 Вып. 1 С. 20–37.
2. Войнов Г.Н. Основные черты гидрологического режима Обской и Тазовской губ (лед, уровни, структура вод) / Г.Н. Войнов, Ю.В. Налимов, А.А. Пискун, В.В. Становой, Г.Е. Усанкина; под редакцией доктора географических наук Г.Н.Войнова. – СПб., 2017. – 192 с.
3. Яговкина Е.А, Хаймина О.В., Кубышки Н.В. Непериодические колебания уровня моря у мыса Каменный (Обская губа Карского моря). Закономерности изменчивости и возможность прогноза // Труды II Всероссийской конференции

«Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития» – 2019.

4. Чанцев В.Ю., Даньшина А.В. Расчет внутригодовой динамики гидрофизического режима Обской губы с высоким пространственным разрешением // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*, 2019. Т. 12, № 3

5. Breiman, Leo; Friedman, J. H., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (1984). *Classification and regression trees*. Monterey, CA

### **The short-term sea level forecast based on regression trees and random forest methods**

**Iagovkina E.A.<sup>1</sup>, Khaimina O.V.<sup>1</sup>, Kubishkin N.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *RSHU, Saint Petersburg, Russia*

<sup>2</sup> – *ООО «Arctic Shelf Consulting», Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** This paper presents the results of a research of the application of regression trees and random forest methods for operational forecasting of non-periodic sea level fluctuations near Cape Kamenny, Ob Bay of the Kara Sea

**Key words:** Ob bay, The Kara Sea, surges, sea level

## Результаты кластерного анализа колебаний уровня моря у мыса Каменный

Яговкина Е.А.<sup>1,2</sup>, Хаймина О.В.<sup>1,2</sup> ...Кубышкин<sup>2</sup> Н.В.

<sup>1</sup> – *Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup> – *Арктик-Шельф Консалтинг, Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Сгонно-нагонные колебания уровня моря являются острой проблемой у мыса Каменный Обской губы. В этой работе авторы изучили и выявили некоторые закономерности в колебаниях уровня моря у мыса Каменный.

Ключевые слова: Обская губа, Карское море, сгонно-нагонные колебания, кластерный анализ.

Опасность сгонных явлений заключается в осложнении навигационной обстановки в прибрежных акваториях из-за нарушения уменьшения величины уровня, что в свою очередь негативно влияет на функционирование портов, судоходных каналов и фарватеров, и т.д. Это также актуально для эксплуатации портов в Обской губе Карского моря.

Обская губа имеет протяженность 800 км с юга от дельты Оби на север к Карскому морю. Ее ширина колеблется в диапазоне 30–90 км, а максимальные глубины составляют от 3 м (по линии Ямсальского (66°54' с.ш., 71°45' в.д.) и Надымского (66°30' с.ш., 72°20' в.д.) баров в южной части губы) до 25 м (севернее слияния с водами Тазовской губы) [1].

Вытянутость Обской губы вдоль меридиана обуславливает тот факт, что нагонными для нее являются ветры северного и северо-восточного направлений, сгонными – южного и юго-западного. Наиболее сильные колебания уровня, вызванные анемобарическими причинами, проявляются в южной части Обской губы на Ямсальском баре. Наибольший размах сгонно-нагонных колебаний уровня был зафиксирован здесь в августе 1972 года при северо-восточном ветре 24-26 м/с и составил 3,83 м [2].

Согласно исследованиям Лабзовского Н.А. [3] нагонные колебания в Обской губе обусловлены циклонами, центры которых располагаются восточнее губы или антициклонами с центрами к западу от нее.

В этой работе были исследованы ряды уровня моря у мыса Каменный за 2018 и 2019 года. Для выделения и дальнейшего прогнозирования стремительных подъемов или же снижений уровня моря был применен кластерный анализ, где классификация проводилась непосредственно по уровню моря, а также по приращению уровня за час до срока. Была выбрана Иерархическая кластеризация Уорда, Евклидово расстояние.

С помощью кластерного анализа были выявлены случаи стремительных подъемов уровня моря (значения изменения уровня моря за час в среднем около +15 сантиметров), а также случаи быстрого понижения уровня моря (в среднем около -8 сантиметров). Для них были подобраны соответствующие метеорологические карты.

Барические условия, приводящие к формированию сгонов в районе мыса Каменный, отражены на рисунке 1. Влияние глубокого циклона с центром западнее Обской губы (центральная изобара 985 м бар) проявилось в виде падения уровня в районе мыса Каменный на 60 см за сутки 4 августа 2019 года.

Барические условия, способствовавшие нагонному подъему уровня в районе мыса Каменный – это антициклоны с центром западнее меридиана Обской губы (привел к подъему уровня моря у мыса Каменный почти на 70 см за сутки).

При быстрой смене барических условий над акваторией Обской губы, размах сгонно-нагонных колебаний может достигать более 1 метра за сутки, и несколько чередующихся сгонов и нагонов могут наблюдаться с интервалом менее 3-х суток.

Таким образом, полученные данные 2018 и 2019 годов подтвердили выводы Корта В.Г. и Лабзовского Н.А. о характерных барических условиях, формирующих сгонно-нагонные колебания уровня моря в акватории Обской губы. Это позволяет продолжить поиск информативных предикторов для учета синоптических процессов при краткосрочном прогнозе уровня моря в акватории Обской губы у мыса Каменный.

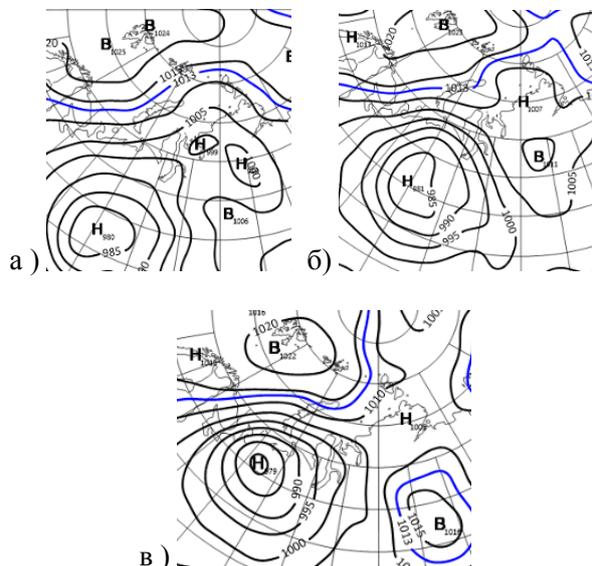


Рисунок 1 – Фрагменты приземных метеорологических карт [9] для района Обской губы Карского моря: а) на 02.08.2019; б) на 03.08.2019; в) на 04.08.2019

#### Литература

1. Лапин С.А. Гидрологическая характеристика Обской губы в летне-осенний период // Океанология. – 2011. – том 51. – № 6. – с. 1–10
2. Войнов Г.Н., Пискун А.А. Оценка приливов в Новом порту (Обская губа) по наблюдениям за уровнем за период 1977 – 2012 гг // Проблемы Арктики и Антарктики – 2015.- № 3 (105)
3. Войнов Г.Н, Пискун А.А. Приливные и сгонно-нагонные колебания уровня воды в районе м. Каменный (Обская Губа).– ПРОБЛЕМЫ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ – 2019. – Том 65.– № 1.– С.
4. Яговкина Е.А., Хаймина О.В., Кубышкин Н.В., Смирнов К.Г., Гудошников Ю.П. Непериодические колебания уровня моря у мыса каменный (Обская губа Карского моря). Закономерности изменчивости и возможность прогноза// Гидрометеорология и экология: научные достижения и перспективы развития Труды II Всероссийской конференции. –2018.– С. 734-737
5. Корт В.Г. Непериодические колебания уровня воды в Арктических морях и способы их прогноза// Тр. АНИИ. 1941.– Т. 175.– 163 с.
6. Корт В.Г. К вопросу о колебаниях уровенной поверхности Обской губы // Тр. АНИИ. 1949.– Т. 13.– С. 100–118
7. Сайт ФГБУ «ААНИИ». Приземные и высотные метеорологические карты. [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: [http://www.aari.ru/odata/\\_d0010.php](http://www.aari.ru/odata/_d0010.php)

## **Results of cluster analysis of sea level fluctuations at Cape Kamenny**

**Yagovkina E.A.<sup>1,2</sup>, Khaymina O.V.<sup>1,2</sup>, Kubyshkin N.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *RSHU, Saint Petersburg, Russia*

<sup>2</sup> – *LLC “Arctic Shelf Consulting”, Saint Petersburg, Russia*

**Abstract.** The surges of sea level fluctuations are an acute problem at the Cape Kamenny of the Ob Bay. In this work, the authors have studied and identified some patterns in the fluctuations of the sea level at Cape Kamenny.

**Key words:** Ob Bay, surges, Kara sea.

Секция 3.  
 «ЭКОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ»

### Изменение биогенного состава воды реки Зеравшан

**Абдиева Матлуба Шукуровна,  
 Нишонов Бахриддин Эркинович**

*Научно-исследовательский гидрометеорологический институт г.Ташкент, Республика  
 Узбекистан, e-mail: matluba\_abdiyeva@mail.ru*

Река Зеравшан берет свое начало от многочисленных отрогов Туркестанского и Зеравшанского хребтов, и протекая с востока на запад, между двумя этими хребтами, пополняется в основе своей левыми притоками: Фандарья и Магиан. Ниже река уже течет по равнинной части Самаркандской, а затем Навоийской и Бухарской областей.

К биогенным веществам относятся соединения кремния, азота, фосфора и железа [2]. Многие показатели среднего многолетнего (1990-2019 гг.) биогенного состава воды реки Зеравшан характеризуются высокой изменчивостью в пунктах наблюдений Сиаб и Навои.

При изучении биогенного состава воды реки Зеравшан были собраны и проанализированы средние многолетние (1990-2019 гг.) данные о речном стоке (по длине реки) в 11 пунктах наблюдений Узгидромета. Эти пункты наблюдения регулярно контролируются и расположены в связи со сбросом в реку (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Пункты наблюдения качества воды на реке Зеравшан

Среди азотных соединений в воде реки азотная селитра является наиболее стабильной во времени. Содержание нитрита азота намного выше, чем ПДК. Количество нитрита азота колеблется в пределах 0,001-1,56 мг N/дм<sup>3</sup> по длине реки. Концентрации соединений азота на контрольно-пропускных пунктах Сиаб и Навои (ниже) намного выше, чем на других контрольно-пропускных пунктах. Причина - сброс сточных вод из коллектора «Сиёб» и предприятия «Навоиазот» в реку [3].

Анализ средних многолетних данных (1990-2019 гг.) показал, что в воде реки Зеравшан наблюдается увеличение интенсивности загрязнения речной воды содержанием азота нитрита (таблица 1).

Таблица 1 – Средние многолетние (1990-2019) биогенные содержания реки Зеравшан

| пункт<br>наблюдения | Биогенные вещества, мг/дм <sup>3</sup> |                 |                              |              |                   |            |           |
|---------------------|--|-----------------|------------------------------|--------------|-------------------|------------|-----------|
|                     | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>           | NO <sub>2</sub> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Фосфаты      | Фосфор<br>(общий) | Железо     | Кремний   |
| Раватходжа          | 0,01-0,17                              | 0,002-0,84      | 0,02-1,89                    | 0,0005-0,026 | 0,007-0,07        | 0,004-0,08 | 1,38-4,45 |
| Самарканд           | 0,008-0,21                             | 0,002-1,08      | 0,03-1,84                    | 0,0004-0,026 | 0,004-0,04        | 0,005-0,05 | 1,6-4,75  |
| Сияб                | 0,09-1,17                              | 0,02-1,34       | 0,24-4,57                    | 0,017-0,25   | 0,005-0,27        | 0,007-0,06 | 1,93-6,66 |
| Сияб (доп.)         | 0,04-0,99                              | 0,01-0,19       | 0,49-5,5                     | 0,014-0,31   | 0,017-0,53        | 0,002-0,13 | 2,47-14,1 |
| Талигульян          | 0,01-0,36                              | 0,003-1,39      | 0,05-3,32                    | 0,004-0,06   | 0,011-0,14        | 0,003-0,06 | 1,9-5,38  |
| Каттакурган         | 0,01-0,29                              | 0,004-1,56      | 0,03-2,72                    | 0,001-0,03   | 0,006-0,07        | 0,002-0,06 | 1,64-5,3  |
| Хатырчи             | 0,01-0,20                              | 0,002-1,5       | 0,03-2,75                    | 0,0007-0,03  | 0,007-0,06        | 0,003-0,04 | 1,64-5,11 |
| Навои (верхний)     | 0,01-0,35                              | 0,003-0,05      | 0,25-5,74                    | 0,004-0,11   | 0,009-0,25        | 0,005-0,08 | 1,16-5,23 |
| Навои (нижний)      | 0,01-0,82                              | 0,01-0,21       | 0,36-9,02                    | 0,003-0,11   | 0,011-0,32        | 0,003-0,1  | 1,44-6,18 |
| Бухара (верхняя)    | 0,005-0,15                             | 0,001-0,04      | 1,21-3,7                     | 0,003-0,012  | 0,006-0,02        | 0,004-0,01 | 5,77-6,95 |
| Бухара (нижняя)     | 0,009-0,07                             | 0,008-0,06      | 1,5-4,5                      | 0,001-0,019  | 0,005-0,25        | 0,004-0,01 | 5,59-7,02 |

Концентрация фосфатов очень высока в точке наблюдения Сияб (дополнительная) (0,31 мг/дм<sup>3</sup>) и колеблется в пределах 0,0004-0,25 мг/дм<sup>3</sup> в остальных точках наблюдения.

Концентрация соединений фосфора зависит от биохимических и биологических процессов. Максимальная концентрация общего фосфора составляет 0,53 мг/дм<sup>3</sup> на Сиабском (дополнительном) наблюдательном пункте реки. По длине реки наблюдается увеличение общего количества фосфора на пропускных пунктах Сияб, Сияб (дополнительный) и в Наваийской области.

Изменчивость концентрации железа наблюдается в диапазоне от 0,002 мг/дм<sup>3</sup> до 0,13 мг/дм<sup>3</sup>. Поскольку концентрация железа увеличивается по длине реки, она не превышает допустимую норму (ПДК). Максимальная концентрация железа составляет 0,13 мг/дм<sup>3</sup> на Сиабском (дополнительном) наблюдательном пункте реки.

Количество кремния в воде реки Зеравшан колеблется в пределах 1,16-14,1 мг/дм<sup>3</sup>. Уровень кремния в речной воде очень высок на контрольно-пропускных пунктах Сияб (дополнительный), Бухара (верхний) и Бухара (нижний). При этом максимальное значение концентрации на контрольно-пропускном пункте реки Сияб (дополнительной) составляет 14,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Изменчивость биогенных веществ в воде реки Зеравшан увеличивается от низовья к верховью, что связано с интенсивным усилением различных антропогенных воздействий. Увеличение содержания биогенных веществ в точках наблюдения, в частности, связано с объемом сбрасываемых в реку сточных вод

#### Литература

1. Абдиева М. Ш., Нишонов Б. Э. Зарафшон дарёси хавзасининг гидрохимёвий ўрганилганлиги. Ўзбекистон География жамяти ахбороти, Тошкент-2018, 54-жилд, 186 б.
2. Иванова Е. Ю. Микробиология.-Воронеж: ВГУ, 2007.-101 с.
3. Ежегодники качества поверхностных вод. Ташкент: Узгидромет. 1990-2019 гг.

## Изменение климата, природные пожары и выявление ресурсных облаков для борьбы с ними

Акселевич В.И.<sup>1</sup>, Мазуров Г.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, Санкт-Петербург, Россия, vaksster@gmail.com

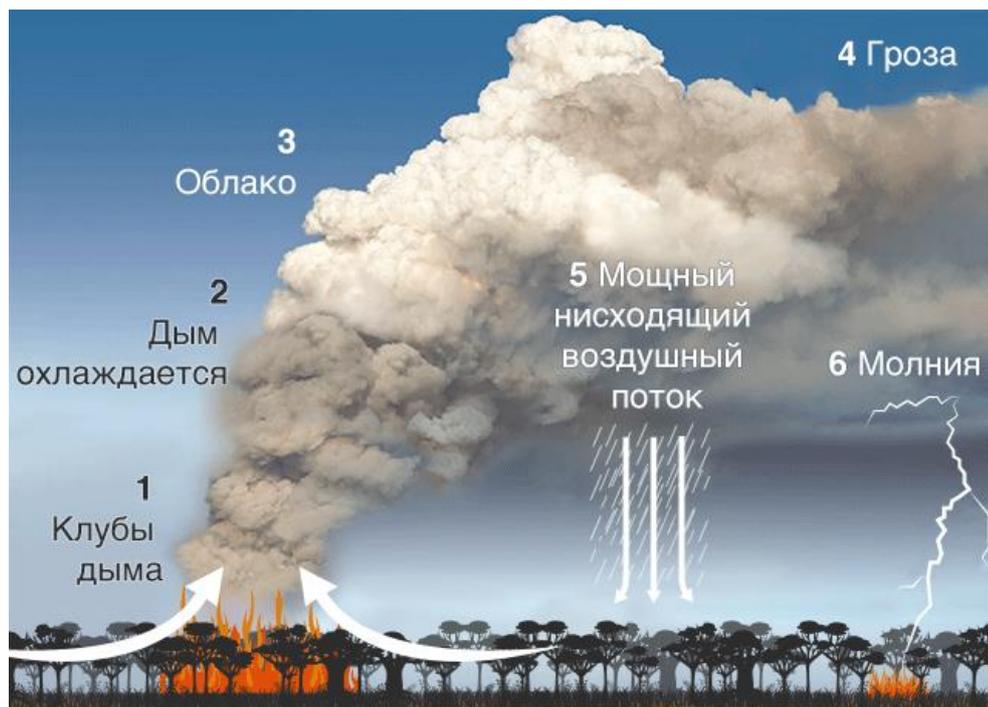
<sup>2</sup> – Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В сообщении рассматриваются причины увеличения повторяемости природных пожаров и делается вывод об их связи с изменением климата. Предлагается использовать для борьбы с пожарами активные воздействия на ресурсные облака с целью стимулирования осадков из них. Анализируются способы выявления и формирования ресурсных облаков.

Ключевые слова: ресурсные облака, природные пожары, изменение климата, радиолокатор

Результаты климатических исследований, основанные как на данных наблюдений и палеоклиматических реконструкциях, так и на результатах численных экспериментов с климатическими моделями, указывают на потепление климата на Земле, по крайней мере, в течение последних 130 лет [1]. По данным многолетних глобальных наблюдений [2] зимой нет усиления потепления (УП), а наоборот, потепление замедляется. В теплые сезоны Северного полушария с апреля по октябрь УП весьма значительно, и оно наибольшее в летние месяцы. В среднем за год УП заметно в тихоокеанской половине полушария и незначительно в приатлантической части полушария.

Одним из результатов изменения климата является усиление и учащение обширнейших природных пожаров [3]. Беспрецедентные пожары в Австралии на рубеже 2020 года, в Амазонии в 2019 году и в Калифорнии в 2018 году - одно из следствий глобального потепления. Статистика подтверждает, что число гроз растет по всему миру. Мало того, облака с золой от пожаров провоцируют новые грозы, молнии попадают в сухие растения и провоцируют новые пожары, формируя таким образом порочный круг.



Источник: Австралийское метеобюро

BBC

Рисунок – 1. Механизм возникновения пожаров [3]

На рисунке показан предполагаемый австралийскими учеными механизм "порочного круга". Горячий воздух и дым порождают так называемые пирокумулятивные облака. Порой в них самих возникает молния, удары которой приводят к новым возгораниям. Эти облака прямым потоком направляют дым от пожаров высоко в стратосферу, где он сохраняется в течение нескольких месяцев и влияет на погоду [3].

Для борьбы с природными пожарами предлагается активное воздействие на атмосферу с целью обеспечения пролива осадков из облаков. Здесь возможны 2 варианта либо создание искусственных облаков [4, 5] либо воздействие на так называемые ресурсные облака [6].

В ГГО разработан метод идентификации ресурсной облачности по наземным метеорологическим и дистанционным данным. Он состоит в следующем: на 1-м этапе оценивается индекс пожароопасности по различным алгоритмам и автоматически выделяются зоны, благоприятствующие возникновению пожара. На 2-м этапе с помощью радиометров на спутниках и БПЛА оценивается влагозапас подстилающей поверхности. На 3-м этапе привлекаются данные радиозондирования и запускается модель ГГО (полуторамерная или трехмерная), позволяющая оценить влагозапас и готовность облаков к воздействию для пролива пожароопасной территории. На 4-м этапе переходят к выявлению ресурсной облачности с использованием спутниковой и наземной информации (приземные наблюдения и радиолокаторы).

Климатические оценки ресурсных облаков, приведены в монографии [6]. Можно организовать мониторинг пожароопасной территории по данным радиолокации и результатам работы современной сети плювиографов, позволяющим оценить количество и интенсивность осадков с помощью радиолокационных наблюдений. Необходимо оценить возможность использования данных радиолокации применительно к выявлению ресурсных облаков и договориться об использовании КПИМ НИЦ "Планета", которое тоже позволяет с определенными погрешностями получать информацию о ресурсных облаках по данным "SEVIRI" со спутника METEOSAT-10 через СПК.

### Литература

1. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину. Новосибирск. 1998. - С. 3-336.
2. IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. - 996 p.
3. <https://www.bbc.com/russian/features-51048516> (дата обращения 26.01.2020)
4. Зайцев В.А. Ледохович А.А. Способ создания искусственного слоя облаков в атмосфере. А/с № 219312 с приорит. от 28.06.66. - 5 с.
5. Доронин А.П. Воздействие на атмосферные процессы и явления. / СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2014. – 292 с.
6. Довгальок Ю.А., Оренбургская Е.В., Углонова Т.Л. Характеристики ресурсных конвективных облаков над лесными пожароопасными районами азиатской части РСФСР и отдельными засушливыми районами европейской части СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 88 с.

### **Climate change, natural fires and the identification of resource clouds to deal with them.**

**Vitaly I. Akselevich<sup>1</sup>, Gennady I. Mazurov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *St. Petersburg University of Management Technologies and Economics, St. Petersburg, Russia, vaksster@gmail.com*

<sup>2</sup> – *Main Geophysical Observatory named by A.I. Voeikov, St. Petersburg, Russia*

Abstract. The report discusses the reasons for the increase in the frequency of natural fires and concludes that they are related to climate change. It is proposed to use active impacts on resource clouds for fighting fires in order to stimulate precipitation from them. The methods of identifying and forming resource clouds are analyzed.

Key words: resource clouds, natural fires, climate change, radar.

## **О разработке методов стандартизации микропластиков в продуктах питания**

**Акшинцев А.А., Веницианов Е.В.**

*Институт водных проблем РАН, ecos.experimental@gmail.com*

Аннотация. Дан краткий обзор состояния системы нормирования и стандартизации загрязнений водных объектов микропластиком

Ключевые слова: загрязнение, водные объекты, микропластик

Проблема микропластикового загрязнения (наряду с быстрыми климатическими изменениями и пр.) входит в пятёрку самых обсуждаемых экологических угроз в наши дни. Под микропластиком подразумевают частицы пластика различного химического состава размерами от 0.1 до 5.000  $\mu\text{m}$ . Впервые о микропластиках (МП) заговорили в 2004м году [1]. По происхождению МП разделяют на два типа. Первичный микропластик – это специально произведённые и добавленные в различную продукцию микрогранулы пластика. Они встречается в составе средств гигиены и косметики и после использования попадают в окружающую среду. Вторичный микропластик – это продукт распада крупных фрагментов пластика в природной среде на мелкие частицы в процессе деградации. По химическому составу большая доля обнаруживаемых микропластиков приходится на полиэтилен (около 38%), на втором месте по встречаемости находится полипропилен (около 26%), на третьем поливинилхлорид (примерно 18%). Начиная с 2004 года МП были обнаружены в самых различных средах и организмах по всему миру. Признаётся, что загрязнение МП создает серьёзные риски для водных экосистем [2]. В последнее время угроза со стороны МП по отношению к человеческому организму обсуждается не только среди учёных, но и в средствах массовой информации. Судя по всему, толчком к столь пристальному вниманию стало увеличение количества статей, посвящённых нахождению частиц МП в продуктах питания человека. МП уже обнаружен в морепродуктах, соли, питьевой воде, пиве, сахаре, мёде, курице, чае, консервах. К примеру, МП обнаружены в 202 видах морских обитателей, употребляемых человеком в пищу [3]. Частицы МП могут накапливаться на уровне продуцентов и консументов низшего порядка и переноситься на более высокие трофические уровни. Также фиксируется не только биологическое накопление, но и биологическое усиление воздействия МП на организм. Потребление пищевых продуктов, загрязнённых МП, согласно результатам проведённых экспериментов, оказывает негативное воздействие на живые организмы, в том числе на организм человека. Среди эффектов выделяют growth inhibition, oxidative damage, immune stress, нарушение липидного обмена в клетках печени. Также большие опасения вызывают токсические присадки, присутствующие во многих не продовольственных пластиках. Тема оценки и контроля МП загрязнения продуктов питания ещё совсем молода и крайне не проработана. Осложнением в данном вопросе является и поступление МП в продукты питания не только при производстве, но и после, в ходе транспортировки и приготовления. На данный момент уже имеются данные по интенсивности поступления частиц МП в организмы людей вместе с продуктами питания, поэтому разработка и введение нормативов по контролю содержания МП в них становится особенно актуальна.

В настоящее время не существует глобального согласованного механизма оценки содержания МП в продуктах питания. Но на разной стадии разработки уже находится несколько стандартов (в том числе опубликованных Международной организацией по стандартизации) касающихся МП в окружающей среде. В том числе ISO TC 61 / SC 14 / WG 4.

Основное внимание уделяется вопросам использования и регулирования биопластиков, оценке воздействия пластиков и продуктов их деградации на окружающую среду, путям привнесения пластиков и МП в окружающую среду, а также утилизации отходов, включая органическую, механическую и химическую переработку ISO TC 147 / SC 2.

Европейский стандарт (CEN): CEN TC 249 / WG 24 описывает разрабатываемые и существующие методы физического, химического и биохимического детектирования и анализа пластиков и МП в природных водах. Опубликован стандарт CEN ISO / TR 21960: 2020, который обобщает данные из современной научной литературы о появлении МП, нахождении МП в окружающей среде и биоте. Также он дает обзор методов тестирования, включая отбор проб из различных природных сред, пробоподготовку и анализ. В нём описаны химические и физические методы испытаний для идентификации и количественного определения пластмасс.

Американское общество по испытанию материалов (ASTM International) D19 разрабатывает и публикует технические стандарты для широкого спектра материалов, продуктов, систем и услуг, в том числе стандартов на воду.

Как мы можем видеть, введение новых правил и стандартов будет глобальным и повлияет на всё общество. Производители, поставщики, потребители – затронуты будут все сферы. В свете того, что МП сегодня являются объектом внимания общественности, правительства и частного сектора. На разработку новых технологий обнаружения и мониторинга МП затрачиваются большие средства [4]. Идея незамедлительного запуска разработки методов стандартизации МП в продуктах питания и источниках водоснабжения является крайне актуальной.

#### Литература

1. Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AWG, McGonigle D, Russell AE (2004) Lost at sea: where is all the plastic? *Science* 304(5672):838–838.
2. <https://doi.org/10.1080/10643389.2018.1531688>
3. Toussaint B, Raffael B, Angers-Loustau A, Gilliland D, Kestens V, Petrillo M, Rio-Echevarria IM, Eede GVD (2019) Review of micro- and nanoplastic contamination in the food chain. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 36:1–35. <https://doi.org/10.1080/19440049.2019.1583381>
4. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>

### **Physicochemical features of the formation of water quality in urban rivers**

**Venitsianov E.V., Voronina K.P.**

*Institute of Water Problems RAS, Moscow, eugeniy.venitsianov@gmail.com*

Abstract. A brief overview of the state of the system of regulation and standardization of pollution of water bodies by microplastic is given.

Key words: pollution, water bodies, microplastics

## Экологическое состояние и негативные последствия эвтрофирования в водах юго-восточной Балтики, Вислинском и Куршском заливах

Александров С.В.

Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО», Калининград, Россия, hydrobio@mail.ru

Аннотация. По результатам многолетнего мониторинга (1991-2020 гг.) рассмотрено современное экологическое состояние вод юго-восточной части Балтийского моря, Вислинского и Куршского заливов и негативные последствия, вызванные эвтрофированием, потеплением вод, биоинвазией.

Ключевые слова: трофическое состояние, цветение водорослей, Балтийское море, лагуны

Эвтрофирование, «цветение» водорослей, накопление загрязняющих веществ, вселение новых видов - важнейшие современные проблемы Балтийского моря. Юго-восточная часть моря, включая калининградский сектор, относится к районам с высоким уровнем неблагоприятного воздействия, за счет поступления биогенных и загрязняющих веществ со стоком крупных рек (Висла, Неман) и из городских агломераций, строительства портовых сооружений, судоходства. Наиболее сильное воздействие прослеживается в прибрежной зоне и особенно в Вислинском и Куршском заливах, относящимся к крупнейшим лагунам Европы, в которых из-за природных условий и уязвимой структуры экосистемы в наибольшей степени проявляются негативные эффекты, связанные с изменением климата, эвтрофированием, загрязнением и «цветением» вод, биоинвазией. Вислинский и Куршский заливы, относящиеся к трансграничным водоемам, имеют большое значение для экономики России (Калининградская область), Литвы и Польши.

Регулярный мониторинг эвтрофирования и загрязнения в российской акватории Вислинского и Куршского заливов проводится с 1991 г. ежемесячно с марта по ноябрь на 9 и 12 станциях. Мониторинговые исследования в юго-восточной Балтике выполняются ежемесячно с 2009 г. в прибрежной зоне на 6-7 станциях и летом с 2003 г. на всей российской акватории на 16-33 станциях. Ведется мониторинг расширенного перечня гидрологических, биологических (хлорофилл, первичная продукция, фитопланктон, зоопланктон, бентос), химических показателей.

Результаты многолетнего мониторинга свидетельствуют, что наибольший уровень эвтрофирования и загрязнения вод характерен для Куршского и Вислинского заливов. Особенности гидрохимической ситуации и гидрологический режим лагун обуславливают максимальный для водных экосистем уровень первичной продукции и эвтрофирования вод.

Первичная продукция и обилие фитопланктона в Куршском заливе, относящемся к лагунам «закрытого» типа, соответствует гипертрофным экосистемам [1]. В нем максимально проявляются неблагоприятные последствия эвтрофирования вод: превышение ПДК по ряду гидрохимических показателей, «гиперцветение» потенциально-токсичных цианобактерий, заболеваемость гидробионтов, локальный замор рыб [2] (табл. 1). Климатические изменения, в сочетании с рядом других факторов среды, ведут к увеличению первичной продукции и уровня эвтрофирования вод, несмотря на снижение внешней биогенной нагрузки, и могут представлять экологическую опасность для лагунных экосистем из-за стимулирования «цветений» воды [3].

Вислинский залив, относящийся к лагунам «полуоткрытого» типа, в наибольшей степени подвержен воздействию антропогенных (поступление промышленных и сточных вод с Калининградской агломерации, судоходство), оказывающих влияние на эвтрофирование и качество вод, и природных факторов (критическая соленость). Периодически отмечаются масштабные биоинвазии, которые оказывают значительное влияние на экосистему, в частности, вселение североамериканского моллюска-фильтратора *Rangia cuneata*. Вместе с тем в солоноватоводном Вислинском заливе эвтрофирование не достигает потенциально возможного уровня, сохраняется на большей акватории на *эвтрофном* уровне, что положительно сказывается на экологическом состоянии (отсутствие «гиперцветения» водорослей, замора рыб) [1].

Воды Гданьского бассейна по гидрохимическим и биологическим показателям можно характеризовать как *мезотрофные*, особенно в мористой зоне. К неблагоприятным факторам можно отнести расширение анаэробной зоны и «бентической» пустыни в глубоководном районе из-за эвтрофирования и снижения объемов залива североморских вод. Антропогенные факторы, в частности нефтедобыча на МЛСП Дб, не оказывают прямого влияния на планктон и бентос.

Увеличение эвтрофирования и загрязнения вод наблюдается в прибрежном районе (до глубины 20 м) (вдоль Самбийского полуострова и Куршской и Вислинской кос), что объясняется их мелководностью, поступлением биогенных элементов и загрязняющих веществ с побережья и периодическим весенним и летним «цветением» водорослей. Для прибрежных зон характерен *эвтрофный* статус и более низкое качество вод, по сравнению с открытой частью Балтики.

Таблица 1 - Экологическое состояние водных акваторий калининградского региона как долговременный результат воздействия природных факторов и эвтрофирования вод

| Тип водоема  | Трофический статус                        | Последствия эвтрофирования и загрязнения вод и климатических изменений  |
|--|---|---|
| Куршский залив (лагуна “закрытого” типа)             | Гипертрофный                              | 1. Длительное летне-осеннее «гиперцветение» пресноводных синезеленых водорослей. Доминирующие виды потенциально-токсичны, концентрации альготоксинов могут превышать безопасный уровень.<br>2. Накопление органических веществ, заиливание дна и ухудшение условий для нереста ряда рыб (сиг и др.)<br>3. Ухудшение гидрохимических показателей (устойчивое превышение ПДК по БПК <sub>5</sub> , периодически по минеральному азоту и фосфору).<br>4. В прибрежной зоне в период «гиперцветения» могут локально наблюдаться анаэробные условия и гибель гидробионтов.<br>5. Заболевания гидробионтов, сходные с воздействием альготоксинов. |
| Вислинский залив (лагуна “полуоткрытого” типа)       | Эвтрофный и гипертрофный в разных районах | 1. Кратковременное летнее «цветение» синезеленых водорослей, устойчивых к солоноватоводным условиям.<br>2. Превышение первичной продукции над деструкцией и аутвеллинг биогенных и органических веществ в сопредельные морские воды.<br>3. Ухудшение гидрохимических показателей (устойчивое превышение ПДК по БПК <sub>5</sub> , периодически по минеральному азоту и фосфору).  |
| Прибрежная зона моря (вдоль Калининградской области) | Эвтрофный                                 | 1. Летнее локальное «цветение» синезеленых водорослей, ряд видов потенциально-токсичны. Концентрации альготоксинов малы и оказывают слабое влияние на гидробионтов.<br>2. Ухудшение гидрохимических показателей (периодическое превышение ПДК по БПК <sub>5</sub> ).  |
| Открытая часть моря (южная Балтика)                  | Мезотрофный                               | 1. Климатические изменения (потепление вод) ведут к увеличению продукции и обилия фитопланктона, зоопланктона, бентоса (кормовой базы рыб). В глубоководных районах у дна из-за эвтрофирования могут образовываться или расширяться аноксигенные участки (зоны «бентической пустыни»).  |

### Литература

1. Александров С.В. Многолетние изменения трофического статуса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Биология внутренних вод. 2009. № 4. С. 27-34.
2. Александров С.В. Влияние «цветения» синезеленых водорослей на экологическое состояние Куршского залива // Вода: химия и экология. 2009. № 4 (10). С. 2-6.
3. Александров С.В. Влияние климатических изменений на уровень эвтрофирования Куршского залива // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2010. № 1. С. 49-57.

**Ecological state and negative consequences of eutrophication in the waters of the  
southeastern Baltic, Vistula and Curonian bays**

**Aleksandrov S.V.**

<sup>1</sup> - *Atlantic branch of FSBSI "VNIRO", Kaliningrad, Russia, hydrobio@mail.ru*

Abstract. Based on the results of long-term monitoring (1991-2020), the current ecological state of the waters of the southeastern part of the Baltic Sea, Vistula and Curonian Lagoons and the negative consequences caused by eutrophication, warming of waters, and bioinvasion were considered.

Key words: trophic state, algal bloom, Baltic Sea, lagoons

### **Новые технические и программные решения для комплексной оценки параметров фотосинтеза микроводорослей в экологическом мониторинге**

**Тарас Антал<sup>1,2</sup>, Иван Конюхов<sup>1</sup>, Алена Волгушева<sup>1</sup>, Сергей Хрущев<sup>1</sup>, Татьяна Плюснина<sup>1</sup>, Алексей Соловченко<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> – Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

<sup>2</sup> – Лаборатория комплексных экологических исследований Псковского государственного университета

E-mail: taras\_an@mail.ru, тел. +7 925 0688560

Экологический мониторинг водоемов способствует решению глобальной проблемы рационального природопользования. Как известно, фотосинтетическая способность фитопланктона является одним из ключевых показателей состояния водной экосистемы. В связи с этим существует необходимость создания высокочувствительных оптических приборов и алгоритмов математического анализа данных, позволяющих быстро и качественно оценивать данный показатель. К таким методическим подходам предъявляются следующие основные требования: высокая чувствительность к стрессовым факторам и проведение измерений в режиме реального времени в широком диапазоне концентраций хлорофилла. В связи с этим, на кафедре биофизики биологического факультета МГУ был сконструирован оптический прибор для автоматизированного измерения кинетических кривых световой индукции (ОЖР кривых) и темнового затухания (реокисление Qa-) флуоресценции хлорофилла (ФХ) с высоким временным разрешением (Antal et al. 2018). Для обработки данных были разработаны алгоритмы мультиэкспоненциального анализа, позволяющие с высокой точностью определять параметры компонент кинетических кривых. Данная система была успешно апробирована в ходе инкубации зеленой микроводоросли *Chlamydomonas reinhardtii* в биореакторе в условиях дефицита серы. В частности, были определены наиболее чувствительные к стрессу параметры кривых. В настоящее время наша группа разрабатывает аппарат для измерения трех типов кинетических кривых (индукции быстрой и замедленной ФХ и затухания быстрой ФХ) и спектров поглощения фототрофных микроорганизмов в естественных условиях. Для автоматизации анализа больших массивов экспериментальных данных разрабатывается метод интерпретации кинетических кривых ФХ с помощью искусственных нейронных сетей. Новые разработки могут быть использованы при создании системы экологического мониторинга природных и искусственных водоемов с распределенными измерительными станциями, подключенными к облачной платформе для централизованного сбора, анализа и визуализации данных.

Работа поддержана Российским научным фондом (грант №20-64-46018)

#### **Литература**

1. Antal T., Konyukhov I., Volgusheva A., Plyusnina T., Khrushchev S., Kukarskikh G., Goryachev S., Rubin A A (2018) Chlorophyll fluorescence induction and relaxation system for the continuous monitoring of photosynthetic capacity in photobioreactors. *Physiologia Plantarum*, 165: 476-486

## Динамика гидротермических параметров за десять лет (2010-2019) (по данным ГМС «Теберда»)

**Багрова Т.Н.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург

В Тебердинском заповеднике в рамках Летописи природы ведется мониторинг природных процессов в естественных экосистемах под воздействием экологических факторов. Наблюдения осуществляются сотрудниками научного отдела. Большое влияние на формирование Экосистем, процессы почвообразования, активность склоновых процессов оказывают метеорологические факторы – температура воздуха и почвы, количество осадков.

Для характеристики влияния погодных условий используются данные наблюдений автора и ГМС «Теберда».

Следуя методике наблюдений результаты представлены по двум характерным периодам Метеорологического года, характеризующим развитие фитоценоза – периоду покоя (ПП) и периоду вегетации (ВП).

Период Покоя длится с ноября предыдущего года до апреля текущего года, период Вегетации - с апреля до ноября.

Исследуемые параметры: Сумма атмосферных осадков (мм), Температура воздуха (Тв), температура: поверхности почвы (Тпп), почвы на глубине 20 см (Т20) и суммы активных температур (ΣТпп, ΣТ20). Анализируя данные, составлены экологические ряды, получены следующие результаты.

1. В среднем за год выпадало 830 мм осадков. Количество их изменялось на 328,5 мм от 714,6 мм в 2017 году до 1043,1 в 2010 году. Годы располагаются в экволажностный ряд в порядке увеличения количества осадков:

2017 2011 2012 2013 2019 2014 2018 2015 2010  
 714,6 735,9 748,3 763,6 737,0 821,7 605,5 977,0 1043,1

2. Среднегодовое количество осадков в ПП составляет 293 мм. Периоды покоя отличались большим колебанием осадков, чем периоды вегетации.

3. Периодам Вегетации характерны большие количества осадков и меньшие отклонения от среднего годового показателя, равного 546 мм.

4. Температура воздуха изменялась за 10 лет от  $-3,3$  до  $13,5^{\circ}\text{C}$  в соответствии с периодами года. В ПП изменялась на  $5,4^{\circ}\text{C}$  в интервале от  $-3,3$  до  $2,1^{\circ}\text{C}$ ; в ВП на  $1,6^{\circ}\text{C}$  в интервале от  $11,9$  до  $13,5^{\circ}\text{C}$ .

5. Среднегодовая температура поверхности почвы составила  $8,3$ . Изменялась она неравномерно, в интервале  $7,4 - 10,2^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовому значению соответствовал 2019 год, самым теплым был 2010, а холодным 2012.

В Период Покоя температура различалась на  $7,8^{\circ}\text{C}$

2012 2013 2014 2016 2015 2019 **2011** 2018 2010 2013  
 - 4,6 -3,1 -1,8 -1,8 -0,4 -0,1 **0,1 1,4 2,7 3,2**

Период Вегетации отличался небольшим различием температур, всего на  $2,9^{\circ}\text{C}$ ; при среднем значении равном  $17,0^{\circ}\text{C}$ , годы располагались в следующий температурный ряд:

2011 2014 2013 2019 2016 2012 2015 2010 2017 2018  
 15,6 16,1 16,2 16,7 16,8 17,1 17,5 17,6 18,0 18,8

6. По температуре на глубине 20 см температурные колебания затихают. В Период покоя они составляют  $3,1^{\circ}\text{C}$  в интервале  $-0,1 - 3,0^{\circ}\text{C}$ ; в период Вегетации  $1,1^{\circ}\text{C}$ , в интервале  $13,3 - 14,4^{\circ}\text{C}$ .

7. По суммам активных температур поверхности почвы годы образуют следующий ряд, в порядке возрастания сумм температур:

2011 2014 2010 2016 2015 2019 2016 2017 2012 2018  
 Σ 2883 2908 3196 3232 3264 3304 3356 3591 3655 3955

8. По сумме активных температур почвы на глубине 20 см годы образуют иной ряд (не эдентичный ряду повехности почв), в порядке возрастания сумм активных температур :

2016 2017 2013 2019 2018 2010 2012 2011

Σ 2362 2399 2431 2766 2829 2841 2863 2886

9. Подведя итог по количеству тепла в почве на глубине 20 см с 2010 по 2019 отметим, что накопление происходило в Вегетационные периоды неравномерно, значительно повышаясь в 2015 и 2018 годах:

2010 2011 2012 2013 2014 **2015** 2016 2017 **2018** 2019

Σ 2840,5      2885 2863 2431 2369,1 2775,9 2361,6 2399 2828,8 2766

+44,5 -22,0 -432,0 - 62,0 **+406,8** -414,3 +38,0 **+429,8** -62,8 \*

\* знаками + / - обозначено увеличение / уменьшение сумм температур относительно ВП предыдущего года.

## Использование скрининговых биотестов для оценки влияния объекта прошлого экологического ущерба на почвенный покров прибрежной зоны

Бардина Т.В., Чугунова М.В., Бардина В.И.

ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности  
РАН, г. Санкт-Петербург, Россия, [bardinatv@mail.ru](mailto:bardinatv@mail.ru)

Аннотация. Рассмотрена возможность применения экспресс-биотестов для ранней диагностики деградации почв, находящихся в зоне влияния объекта прошлого экологического ущерба и являющихся источником загрязнения поверхностных и грунтовых вод прибрежной зоны.

Ключевые слова: биотестирование, объект прошлого экологического ущерба, биотест.

Оценка экологического состояния почв, находящихся в зоне влияния объектов прошлого экологического ущерба (ОПЭУ), с помощью методов химического анализа может оказаться ошибочной из-за присутствия множества загрязняющих веществ, невозможности учета их взаимовлияния, несовершенства нормативной базы, а также из-за региональных геоэкологических особенностей. Эту проблему можно решить, если в систему экологического контроля почв включать методы биотестирования, позволяющие с минимальными затратами оценить интегральную токсичность почвенного покрова на основе регистрации суммарного токсического действия загрязнителей на живой организм (тест-организм), осуществляемые в лабораторных условиях [1]. Учитывая различную чувствительность тест-организмов к загрязнителям, для получения адекватной оценки необходимо использовать несколько биотестов (набор).

Целью работы являлось формирование набора эффективных экспресс-биотестов для раннего выявления токсичности почвенного покрова вокруг ОПЭУ, являющегося источником загрязнения поверхностных и грунтовых вод прибрежной зоны.

ОПЭУ представляют собой территории, где раньше осуществлялась хозяйственная деятельность, в результате которой происходило загрязнение компонентов окружающей среды. К таким объектам относится отвал без инженерных средств защиты, расположенный на землях промышленности на окраине п. Морозова во Всеволожском районе Ленинградской области. Отвал высотой 8м, сложенный слабо уплотненным техногенным грунтом с эрозионными промоинами и состоящий из серного колчедана, промышленных шлаков и вторичных метаболитов отходов 2-3 классов опасности, на этой территории образовался в 1908-1965гг. Основной процесс загрязнения окружающей среды вокруг отвала связан с поступлением водорастворимых токсикантов с поверхностными и грунтовыми водами в исток р. Нева и Ладожское озеро, а также путем воздушно-миграционного переноса токсичных твердых частиц. В подземной линзе и в дренажном пруде-накопителе зафиксированы сильно минерализованные воды-120 г/л.

Исследования проводились на 7-ми мониторинговых площадках размером 10 м<sup>2</sup>. Отбор смешанных проб почвогрунта (площадка №6-отвал) и почв с разных участков территории влияния отвала (площадки №№ 1,2,3,4,5,7) осуществлялся почвенным буром с глубин 0-5 и 5-20см (ГОСТ 17.4.4.02-2017).

Химико-аналитические исследования выявили наличие в пробах кислой реакции среды (рН 3,5-5,9), а также отсутствие засоления и органических токсикантов. Основными загрязнителями являлись тяжелые металлы. По обследованию 2004 года суммарный коэффициент загрязнения почв в среднем составлял 114 ед. [2]. В настоящее время почвы по этому показателю могут быть отнесены к умеренно-опасным ( $Z_c=30$  ед.).

Экотоксикологическая оценка проводилась с помощью скрининговых биотестов, где в качестве тест-функции применяют несмертельную функцию. Эти биотесты позволяют быстро выявить нарушения экосистемы на ранней стадии. Были применены 2 элюатных метода (анализ водной вытяжки) с гидробионтами из разных систематических групп: инфузория *Paramecium caudatum* [3] и зеленая водоросль *Chlorella vulgaris* Beijer [4]. Эти биотесты позволяют определить

опасность перемещения высокотоксичных веществ из загрязненного почвенного покрова в Ладожское озеро.

В контактном микробном биотесте, который позволяет установить уровень воздействия как жидких, так и твердых загрязнителей, в качестве тест-культуры использовали природный комплекс микроорганизмов, содержащийся непосредственно в пробах. Критерий при оценке токсичности почв определяли на основе статистически значимых изменений уровня их микробного дыхания по сравнению с контрольным субстратом [5].

По результатам биотестирования инфузории оказались малочувствительными к ингибирующему воздействию водорастворимых поллютантов. Токсичность с их помощью была зарегистрирована только в почвогрунте отвала. Биотест на хлорелле характеризовался значительно более высокой чувствительностью: токсичность была выявлена в почвогрунте отвала и в почвах 2-х площадок. С помощью контактного биотеста была зафиксирована сильная деградация микробоценозов в пробах 5-ти площадок, в том числе в почвогрунте отвала, что указывает на низкую устойчивость почвенных экосистем к токсическому воздействию загрязняющих веществ. Таким образом, по степени чувствительности к токсикантам исследованные тест-организмы образуют следующий ряд: микроорганизмы  $\geq$  хлорелла  $\gg$  инфузории.

Биотесты тест-культурах из разных систематических групп могут быть с успехом использованы для оценки экологического состояния почвенного покрова территорий долговременного размещения отходов с кислой реакцией среды и для прогнозирования риска распространения загрязнения в импактной зоне.

#### Литература

1. Bardina T.V., Chugunova M.V., Kulibaba V.V., Polyak Y.M., Bardina V.I., Kapelkina L.P. *Applying bioassay methods for ecological assessment of the soils from the brownfield sites. WaterAir Soil Pollut*, 2017. P. 228: 351. DOI: 10.1007/s11270-017-3521-3.
2. Оснач А.М. Оценка ущерба окружающей среде от размещения промышленных отходов в поселке им. Морозова Ленинградской области//Ученые записки РГГМУ, №6, 2008. – С.117-123.
3. ПНД Ф Т 16.2:2.2-98. Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер». 2015.
4. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из гоунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. М. 2014. 36с.
5. Alef K. Soil respiration. In Alef K, Nannipieri P, ed, *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press, Harcourt Brace & Company. London. UK, 1995, P 214–219.

### **An assessment of the past environmental damage site impact on the coastal soil covering using screening biotests**

**Bardina T.V., Chugunova M.V., Bardina V.I.**

*Saint-Petersburg Scientific-Research Centre for Ecological Safety RAS, Saint-Petersburg Russia,  
bardinatv@mail.ru*

Abstract. The feasibility of early diagnosis of soil degradation in the area of the past environmental damage site using express biotests was considered. These soils serve as a source of coastal surface and ground waters pollution.

Key words: biotesting, site of the past environmental damage, biotest.

## Структура береговой техносферы Невской губы

**Бобылев Н.Г.<sup>1</sup>, Шилин М.Б.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,  
*n.bobylev@spbu.ru*

<sup>2</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, *shilin@rshu.ru*

**Аннотация.** В результате интенсивной антропогенной деятельности в Невской губе к настоящему времени образовалась береговая техносфера, основными компонентами которой являются портовые сооружения с подходными путями и фарватерами и искусственно сформированные прибрежные территории. По результатам проведенных исследований установлено, что наибольшее воздействие в целом на прибрежную зону Невской губы оказывают стрессовые эффекты от проведения гидротехнических и дреджинговых работ: перемещение грунта, изменение батиметрических характеристик, нарушение структуры донных отложений, увеличение концентрации взвешенных частиц в водной толще, увеличение мутности, рассеяние и осаждение взмученных отложений, уменьшение содержания кислорода, шумовое загрязнение.

**Ключевые слова:** береговая техносфера, дреджинг, воздействие на окружающую среду

Невская губа - верхний эстуарий Невы, ограниченный Финского залива «дамбой» Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС). Официальное введение КЗС в рабочий режим 12 августа 2011 г. фактически ознаменовало преобразование Невской губы из естественного пресноводного водоема в природно-техническую систему (ПТС), в которой вещественно-энергетические потоки в значительной степени управляются путем оперирования водо- и судопропускными сооружениями.

В качестве основных видов антропогенного воздействия на биологические сообщества Невской губы могут быть перечислены: гидротехнические работы и дноуглубление; эвтрофикация; химическое загрязнение водной среды; перелов рыбы; транспорт и туризм; добыча полезных ископаемых (песка); берегозащитные сооружения; сезонное рыболовство и охота; сезонная рекреационная нагрузка; военная деятельность. Наиболее выраженное стрессовое воздействие на гидробионтов оказывают гидротехнические работы, прежде всего - дноуглубление, перемещение грунта (дреджинг) и его сброс в подводные отвалы.

В результате интенсивной антропогенной деятельности в Невской губе к настоящему времени образовалась береговая техносфера, основными компонентами которой являются портовые сооружения с подходными путями и фарватерами и искусственно сформированные прибрежные территории. Доля последних в ПТС Невской губы постоянно увеличивается.

На искусственно сформированных территориях в Невской губе размещены антропогенные макро-объекты – Большой порт и Морской Фасад Санкт-Петербурга, аванпорт Бронка, Лахта-Центр, многофункциональный комплекс жилищного и делового назначения «Балтийская жемчужина», элементы инфраструктуры Газпром-Арены и др. Во время реализации гидротехнических / дреджинговых проектов по формированию искусственных территорий для размещения на них техносферных макро-объектов, сопровождавшейся сбросом больших объемов извлеченного грунта в подводные отвалы Северной и Южной Лахты, значительное число экологически ценных прибрежных местообитаний было частично или полностью разрушено – в частности, заросли прибрежно-водной растительности («плавни»), в естественных условиях использовавшиеся рыбами и птицами в качестве мультифункциональных биотопов.

По результатам проведенных исследований установлено, что наибольшее воздействие в целом на прибрежную зону Невской губы оказывают стрессовые эффекты от проведения гидротехнических и дреджинговых работ: перемещение грунта, изменение батиметрических характеристик, нарушение структуры донных отложений, увеличение концентрации взвешенных частиц в водной толще, увеличение мутности, рассеяние и осаждение взмученных отложений,

уменьшение содержания кислорода, шумовое загрязнение.

Чувствительность различных компонентов биологических сообществ к воздействию техносферы в целом, и гидротехнических работ – как к основной составляющей части антропогенного пресса, по результатам многолетних исследований признана варьирующей в широких пределах.

Наибольшей чувствительностью по отношению к дноуглубительным работам и увеличению содержания взвеси характеризуются донные беспозвоночные, а также икра и мальки рыб. На втором месте по чувствительности находятся макрофиты и экологически связанные с ними рыбы и рыбообразные. Третье место занимает зоопланктон, особенно чувствительный к увеличению содержания взвеси в воде. Четвертое место занимают водно-болотные птицы, ущерб популяциям которых носит косвенный характер, через снижение кормовой базы – запасов зоопланктона и бентоса. Фитопланктон отвечает на увеличение концентрации взвеси снижением интенсивности фотосинтеза и темпов продукционных процессов. Однако, планктонные водоросли способны быстро восстановить численность своих популяций практически сразу же после снятия антропогенной нагрузки (чему будет способствовать проточный режим рассматриваемой акватории). Наконец, околотовные млекопитающие, представленные в районе исследований американской норкой, могут достаточно быстро откочевывать из некомфортных биотопов с повышенным уровнем фактора беспокойства.

Общая (интегральная) чувствительность и уязвимость различных участков акватории и побережья к операциям, связанным с дноуглублением, определяется различной встречаемостью в них перечисленных групп организмов и их специфической чувствительностью к возможным воздействиям. Анализ пространственного распределения интегральной уязвимости исследуемой экосистемы показал, что к районам, наиболее уязвимым в отношении воздействия дноуглубления, в первую очередь относятся мелководные участки. Это связано с концентрацией на этих участках перечисленных выше компонентов биологических сообществ (групп организмов), обладающих наибольшей специфической уязвимостью – донных беспозвоночных (бентоса), рыб (как взрослых, так и молоди) и макрофитов.

Представленность рассмотренных уязвимых групп организмов в исследованном районе изменяется по сезонам. Общая экологическая уязвимость геосистемы Невской губы по отношению к прессу техносферы снижается в ряду: весна > лето > осень > зима. При этом районы с высокими скоростями проточного течения менее чувствительны, чем участки, на которых течение замедляется.

Работа выполнена в рамках проекта программы приграничного сотрудничества поддержки совместных проектов по внешним границам ЕС с финансированием со стороны Европейского союза, Российской Федерации и Финляндской Республики «Готовимся к трансграничным вызовам: наращивание потенциала в области устойчивого берегопользования (GET READY)».

## **Coastal technosphere of the Neva Bay**

**Nikolai Bobylev<sup>1</sup>, Mikhail Shilin<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> – Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, [n.bobylev@spbu.ru](mailto:n.bobylev@spbu.ru)

<sup>2</sup> – Russian State Hydrometeorological  
University, Saint Petersburg, Russia, [shilin@rshu.ru](mailto:shilin@rshu.ru)

**Abstract.** The results of observations on the structure and functioning of the technosphere in the coastal zone of the Neva Bay and its impact on coastal biological communities are presented. Information about the established levels of environmental vulnerability of various sections of the Neva Bay water area can be used for the benefit of marine spatial planning.

**Keywords:** coastal techno sphere, dredging, environmental impact.

**Acknowledgement:** The reported research has been covered by the GET READY project on Building capacity on professional development and level of education in the field of sustainable use of shores and coastal management within CBC 2014–2020 programme.

## **Оценка воздействия нефтегазодобывающих предприятий на северные территории и коренные малочисленные народы Арктики**

**Гавриленко А.С.<sup>1</sup>, Кустикова М.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Российская Федерация, alexseber@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Аннотация. Данная статья посвящена оценке деятельности предприятий по добыче нефти и газа на территориях крайнего севера и последствий её влияния на экосистемы и жизнь коренных малочисленных народов севера. Чтобы установить причины негативного воздействия на природную среду, были проанализированы основные виды антропогенного воздействия при добыче полезных ископаемых и представлены рекомендации по улучшению существующих видов экологического мониторинга.

Ключевые слова: коренные малочисленные народы севера, природная среда, антропогенное воздействие, поллютанты, нефтегазодобыча, локальный экологический мониторинг, нефтяные углеводороды, тяжёлые металлы, многолетнемёрзлые породы, материальные блага.

Изменения природных условий на территориях Крайнего Севера, особо уязвимых для антропогенного воздействия, меняют условия жизни тех, кто проживал на них задолго до возникновения экономических интересов со стороны недропользователей - коренных малочисленных народов Севера (далее – КМНС). Увеличение темпов добычи природных ресурсов создаёт для них ряд экологических и социальных проблем.

Основное внимание в работе было уделено сравнительному анализу существующих методов оценки состояния природной среды в районе непосредственного источника загрязнения - месторождений (нефтяных, газовых, нефтегазоконденсатных и т.д.). Накопленные на сегодняшний день знания о воздействии поллютантов, образующихся при добыче, на природную среду территорий крайнего севера, диктуют необходимость учитывать качество жизни КМНС. Чтобы понять, каким образом оценить степень влияния деятельности нефтегазодобывающих компаний на состояние природной среды и КМНС, был представлен сравнительный подход и сформулированы основные положения относительно существующих систем экологического мониторинга на территории месторождений.

Были выполнены следующие задачи:

– Анализ существующих моделей локального экологического мониторинга, определение недостатков в их функционировании;

– Сравнение эффективности отечественного и зарубежного опыта по данному вопросу; – Определение основных видов антропогенного воздействия при нефтегазодобыче и их последствий для территорий крайнего севера;

– Формирование основных положений относительно влияния исследуемой деятельности на жизнь КМНС и рекомендации по улучшению существующих моделей локального экологического мониторинга.

Полученные результаты и положения носят рекомендательный характер и могут использоваться для улучшения взаимоотношений между государством, недропользователями и КМНС, что способствует минимизации негативного воздействия на природную среду территорий крайнего севера и предотвращению социальных и экологических проблем КМНС.

## **Assessment of the impact of oil and gas production enterprises on the northern territories and indigenous peoples of the Arctic**

**Gavrilenko A.S.<sup>1</sup>, Kustikova M.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg, Russian Federation, alexcebep@mail.ru*

<sup>2</sup> – *National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg, Russian Federation*

Annotation. This article is devoted to the assessment of the activities of enterprises for the extraction of oil and gas in the territories of the Far North and the consequences of its impact on the ecosystems and life of the indigenous peoples of the North. In order to establish the reasons for the negative impact on the natural environment, the main types of anthropogenic impact in the extraction of minerals analyzed and recommendations for improving the existing types of environmental monitoring presented.

Key words: indigenous small peoples of the north, natural environment, anthropogenic impact, pollutants, oil and gas production, local environmental monitoring, oil hydrocarbons, heavy metals, permafrost, material wealth.

## О постоянстве кислорода в истории Земли

Голубчиков Ю.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. Рассматриваются свидетельства постоянства концентрации кислорода в истории Земли и оценки времени, за которое весь кислород атмосферы может быть потреблен на дыхание живыми организмами.

Ключевые слова: кислород, углекислый газ, фотосинтез, биосфера, озоновый экран

Согласно В.И. Вернадскому [1], количество живого вещества на протяжении истории биосферы есть константа и существует в пределах очень узких колебаний. Следовательно, константой является и количество кислорода. Об этом свидетельствуют постоянство химического облика земной коры в течение всего геологического времени и постоянный «химический характер того грандиозного явления, в котором выражается в биосфере химическое действие жизни и которое мы называем корой выветривания» [1, С. 288]. О содержании кислорода в атмосфере близким к современному на протяжении всей геологической истории свидетельствуют самые древние горные породы, представленные архейскими железистыми кварцитами (джеспилитами формации Исуа) в Западной Гренландии.

Если бы атмосфера не содержала когда-то кислорода, то она не смогла бы содержать озонового слоя, который защищает живые существа от ультрафиолетового солнечного излучения. «Ибо только слой с таким содержанием озона... делает возможным существование жизни на нашей планете, ибо он всецело поглощает губительные ультрафиолетовые лучи, идущие из Солнца и космических просторов, которые убивают все живое... Жизнь не может существовать без озонового экрана, но озоновый экран создается из свободного кислорода, продукта жизни. Как же создалась такая организованность? Сейчас мы этого не знаем» [2, С. 27].

Главные параметры биосферы зависят от соотношения массы Земли и земной атмосферы. Оно тоже, по-видимому, есть константа. Будь Земля более массивной, в ней в значительном количестве накапливались бы более легкие, но ядовитые газы – метан, аммиак, водород. Будь Земля менее массивной, ее гравитационное поле не смогло бы удерживать столь плотную атмосферу с содержанием кислорода в 21%.

Как сильнейший окислитель, кислород вообще не должен был бы в таких количествах накапливаться в атмосфере. Он должен был войти в соединение с водородом и углеродом органических соединений, серой и азотом вулканических выбросов и исчезнуть. «Для планетолога современная атмосфера Земли представляет «астрономический нонсенс», или, проще говоря, чудо. Это надо же – 21% атмосферы состоит из немыслимо химически активного газа», – отмечает И.С. Шкловский [3].

Если рассчитать время, за которое весь кислород атмосферы может быть потреблен на дыхание живыми организмами, то окажется, что всего за 2 тыс. лет [4]. По другим подсчетам, без зеленых растений кислород исчез бы из атмосферы за 10 000 лет [3], 6000 лет [5]. «Если бы зеленые растения не существовали, через несколько сотен лет на поверхности Земли не осталось бы и следа свободного кислорода и главные химические превращения на Земле прекратились» [6, С. 235]. При любом расчете срок указывается очень ничтожный.

Зоомасса составляет 1% от общей фитомассы. Значит, такое же соотношение между поедающими и поедаемыми должно было сохраняться на протяжении всей истории биосферы. Оно тоже, по-видимому, константа. Воздействие человека существенно обедняет органический мир планеты, но не меняет этого соотношения. Вместо дикой растительности он создает сельскохозяйственные угодья. Истребляя диких животных, человек заменяет их домашними. Например, на свете живет более 2 млрд домашних коров и быков, причем потребляют они кислорода больше, чем все люди вместе взятые [4].

Атмосфера Земли с удивительным постоянством поддерживает нужную для жизни концентрацию кислорода, а человек его всю сжигает, разрушает ракетами и реактивными самолетами озоновый слой, расходует на окисление и коррозию. При этом утверждается, что запасы кислорода неисчерпаемы и никакое истощение им не грозит. Но это не означает, что дело тут в порядке. Известно, что в крупных индустриальных городах концентрация кислорода снижается до 17%. Однако специальный международный мониторинг за воспроизводством кислорода отсутствует. Атмосферная циркуляция быстро выравнивает его концентрацию. Поэтому проследить истощение земного кислорода приборами не удастся, измеряются его очень усредненные значения. Но это не означает, что дело тут в порядке. Согласно расчетам, за счет сжигания топлива, стратосферных полетов и коррозии, человечество за последние 100 лет уже извлекло из атмосферы почти 1% кислорода [7].

Создавать кислород могут только растения в процессе поглощения углекислого газа. Непрерывное уничтожение лесов угрожает человечеству не возрастанием углекислого газа, а лишением кислорода. Мы часто слышим о том, что леса это "легкие планеты" и их необходимо охранять. Правда, в легких кислород поглощается, а не выделяется. Но дело не в этом, а в том, что миллионы различных производств и процессов расходуют кислород, а создает его только один процесс фотосинтеза.

За год растения связывают в форме органических веществ около 6-7% углекислого газа содержащегося в атмосфере [8]. Значит, если углекислый газ перестанет поступать в атмосферу, то растения исчерпают его запас всего за 15 лет. В воздухе его очень мало – всего 0,034–0,037%. Он же нужен всем растениям – единственным поставщикам кислорода. После исчерпания углекислого газа все живое прекратит свое существование. И этот самый нужный газ был объявлен врагом, ответственным за угрозу глобального потепления.

Содержание углекислого газа и водяного пара поддерживается в узком диапазоне, при котором, с одной стороны, зеленые растения не испытывают углеродного голода и, с другой стороны, не запущена цепная реакция парникового эффекта: увеличение  $\text{CO}_2$  – повышение температуры воздуха – увеличение испарения с поверхности океанов – усиление парникового эффекта – увеличение испарения и т. д., пока Мировой океан не превратится в кастрюлю с кипятком. Миллионы лет эти опасности подстерегают земную жизнь, но катастрофы не произошло [6].

### Литература

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. — 374 с.
2. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии // Труды Биогеохимической лаборатории, Т. XVI.– М.: Наука, 1980. – 320 с.
3. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум / Изд. 6-е. – М.: Наука, 1987, 320 с.
4. Второв П.П., Дроздов Н.Н. Биогеография. – М.: Владос, 2001, 304 с.
5. Арманд А.Д. Эксперимент «Гея». Проблема живой Земли. — М.: Сирин Садхана, 2001. —192 с.
6. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии // Труды Биогеохимической лаборатории, Т. XVI.– М.: Наука, 1980. – 320 с.
7. Ткаченко Н.Ф. Кислородная недостаточность // Мировая энергетика, 2004, №7-8, С. 54–57.
8. Лархер В. Экология растений - М. : Мир, 1978. - 384 с

## **On the constancy of oxygen in the history of the Earth**

**Golubchikov Yu.N.** <sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Geography Faculty, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

Annotation. Evidence of the constancy of oxygen concentration in the history of the Earth and estimates of the time during which all the oxygen in the atmosphere can be consumed for breathing by living organisms is considered.

Key words: oxygen, carbon dioxide, photosynthesis, biosphere, ozone screen

## Распределение выбросов макроводорослей на Российской части морского побережья Калининградской области в зависимости от трофности прибрежных вод

Горбунова Ю.А.<sup>1</sup>, Александров С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> - Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия, [julia\\_gorbunova@mail.ru](mailto:julia_gorbunova@mail.ru)

<sup>2</sup> – Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО», Калининград, Россия, [hydrobio@mail.ru](mailto:hydrobio@mail.ru)

Аннотация. Изучены количественные и качественные характеристики выбросов макроводорослей на российской части юго-восточного побережья Балтийского моря. Выявлена связь интенсивности этих выбросов с показателями трофности прилегающих морских вод в летний период.

Ключевые слова: Балтийское море, прибрежная зона, макроводоросли, хлорофилл «а»

В настоящее время одной из актуальных проблем Балтийского моря является эвтрофикация. В юго-восточной Балтике поступление биогенных веществ с водосборного бассейна, в первую очередь от антропогенных источников, через систему эвтрофно-гиперэвтрофных Вислинского и Куршского заливов обуславливает эвтрофирование прибрежной зоны моря [1, 2, 3]. Растительные компоненты экосистемы – микро- и макроводоросли, одними из первых реагируют на изменение трофности вод, их количественные и качественные характеристики являются чувствительными показателями. Массовое развитие оппортунистических видов макроводорослей указывает на эвтрофирование вод [4]. Значительные объемы выбросов макроводорослей приурочены к ареалам их произрастания и могут быть использованы для оценки обилия и состава макрофитобентоса [5]. Концентрация хлорофилла «а» планктона широко применяется в трофической классификации вод, в том числе Балтийского моря [6].

Выполнен количественный учет выбросов макроводорослей с определением видового состава, сырого и воздушно-сухого веса на побережье Балтийского моря. Наблюдения проводились ежемесячно на модельных участках, мониторинг времени нахождения выбросов на побережье осуществлялся ежедневно при помощи веб-камеры. Съёмки практически всего морского побережья Калининградской области выполнены после штормов (июль 2019 г., март 2020 г.). В июле 2019 г. проводились исследования распределения содержания хлорофилла «а» и пигментного индекса (E480/E664) планктона в морских водах прибрежной зоны российского сектора юго-восточной части Балтийского моря.

Наибольшее количество выбросов макроводорослей наблюдалось на северном побережье Самбийского полуострова, в отличие от западного побережья, Куршской и Вислинской кос. С октября по март в выбросах доминировал вид *Furcellaria lumbricalis*. В летний период, на подавляющем большинстве станций, выбросы были составлены более чем на 70% комплексом эврибионтных, нитчатых видов водорослей из родов: *Cladophora*, *Ulva* и *Polysiphonia*. Время нахождения выброса на берегу сильно варьировало (от <1 до 22 дней) и часто ограничивалось несколькими днями. В дальнейшем происходил смыв выброса обратно в море, иногда – захоронение под толщей пляжных наносов или ветро-волновой разнос по пляжу. В июле 2019 г., в прибрежных водах, наибольшие концентрации хлорофилла «а» (3,40-3,94 мг/м<sup>3</sup>) были приурочены к северному побережью Самбийского полуострова (рис. 1), приближаясь к условной границе (4 мг/м<sup>3</sup>) для эвтрофных вод [6] и пространственно соответствовали максимальным выбросам макроводорослей (2,3-7,8 кг/м<sup>2</sup> воздушно-сухого веса). На западном побережье, Куршской и Вислинской косах, выбросы макроводорослей в большинстве своем не превышали 0,4 кг/м<sup>2</sup>, а концентрация хлорофилла «а» в их прибрежных водах составляла 1,57-2,69 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует мезотрофному статусу [6]. При этом E480/E664, характеризующий физиологическое состояние фитопланктона и его пигментное разнообразие, на всех обследованных станциях изменялся незначительно (1,7-2,3), что позволяет исключить возможность попадания в пробы планктона других растительных остатков.

Таким образом, наибольшие массы выбросов макроводорослей наблюдались на северном

побережье Самбийского полуострова и в летний период были представлены в большой степени оппортунистическими видами. К этому же району прибрежных вод в июле 2019 г. были приурочены наибольшие концентрации хлорофилла «а» в планктоне, приближающиеся к эвтрофному уровню. Летний прогрев воды и обеспеченность биогенами, обусловили летний максимум фитопланктона и наращивание фитомассы макрофитобентоса за счет однолетних, теплолюбивых видов. Пространственное совпадение районов максимальных выбросов макроводорослей (в общих чертах отражающих обилие макрофитобентоса), и повышенной концентрации хлорофилла «а» в воде (как показателя продуктивности фитопланктона), свидетельствует о сходном отклике сообществ микро- и макроводорослей на природные условия и эвтрофирование вод. Это может обусловить снижение рекреационного потенциала региона при антропогенной нагрузке и климатических изменениях из-за ухудшения качества воды при «цветении» фитопланктона и загрязнении побережья выбросами макроводорослей.

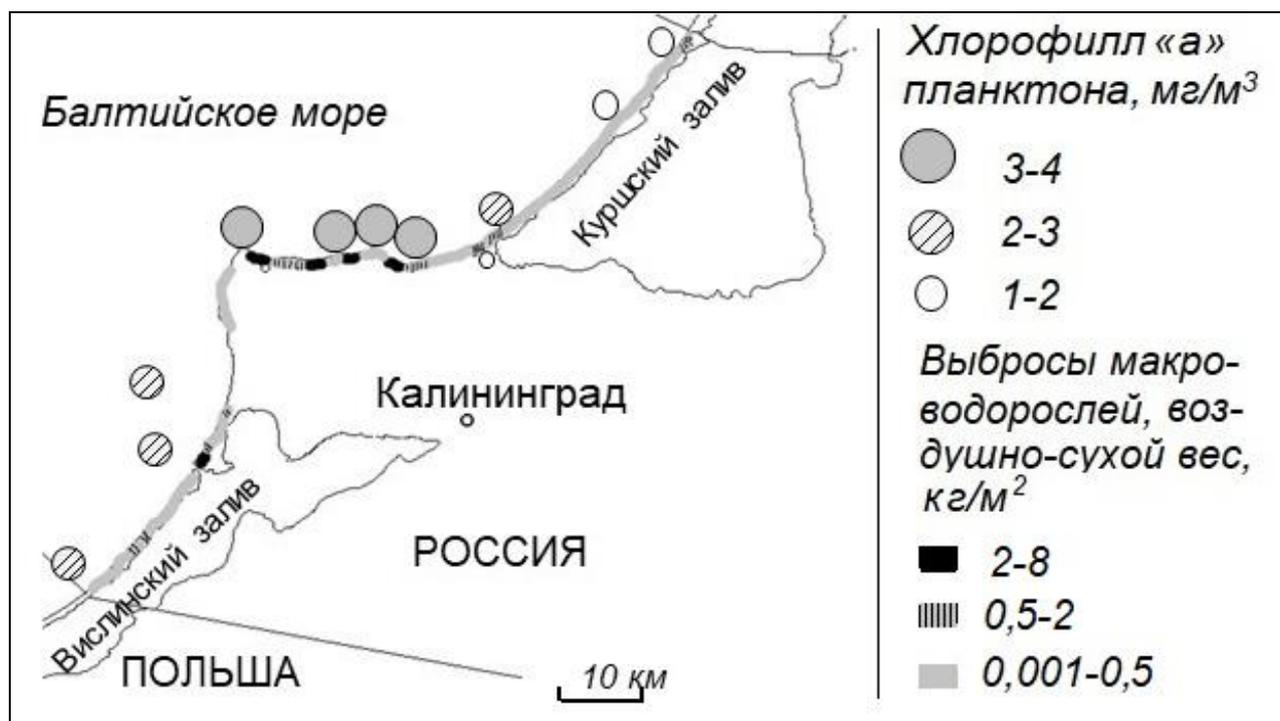


Рисунок 1 – Распределение вдольбереговых выбросов макроводорослей и концентрации хлорофилла «а» в воде в июле 2019 г. (Куршская коса восточнее 15 км – сентябрь 2019 г.).

При подготовке настоящей публикации наземные экспедиционные исследования выполнены в рамках Проекта #R090 CONTRA Interreg Baltic Sea Region Programme, видовой анализ макроводорослей изучен за счет госзадания ИО РАН (тема №0149-2019-0013);

#### Литература

1. Александров С.В. Многолетние изменения трофического статуса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Биология внутренних вод. 2009. №4. С. 27-34.
2. Горбунова Ю.А., Домнин Д.А., Чубаренко Б.В. Анализ сценариев развития агропромышленного сектора в водосборном бассейне реки Преголи как определяющего фактора биогенной нагрузки // Известия КГТУ. 2015. № 39. С. 11-19.
3. Кудрявцева Е.А., Александров С.В. Гидролого-гидрохимические основы первичной продуктивности и районирование российского сектора Гданьского бассейна Балтийского моря // Океанология. 2019. Т. 59. № 1. С. 56-71.
4. Orfanidis S., Panayotidis P., Stamatis N. An insight to the ecological evaluation index (EEI) // Ecological Indicators. 2003. Vol. 3. P. 27-33.
5. Suursaar U., Torn K., Martin G., Herkul K., Kullas T. Formation and species composition of stormcast beach wrack in the Gulf of Riga, Baltic Sea // Oceanologia. 2014. Vol. 56 (4). P. 673–695.

6. Wasmund N. et al. Trophic status of the south-eastern Baltic sea: a comparison of coastal and open areas // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2001. № 53. P. 849-864.

### **Distribution of macroalgae emissions in the Russian part of the Kaliningrad Oblast seaside depending on the trophic status of coastal waters**

**Gorbunova J.A., Aleksandrov S.V.**

<sup>1</sup> - *Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, Russia, julia\_gorbunova@mail.ru*

<sup>2</sup> - *Atlantic branch of FSBSI "VNIRO", Kaliningrad, Russia, hydrobio@mail.ru*

Abstract. The quantitative and qualitative characteristics of macroalgae emissions in the Russian part of the Baltic Sea southeastern coast were carried out. The relation of these emission intensity and trophic status of the adjacent sea waters in summer period was identified.

Key words: Baltic Sea, coastal zone, macroalgae, chlorophyll "a"

## **Потенциальные проблемы качества водных ресурсов северо-запада РФ на примере загрязнения микропластиком**

**Гузева А.В.<sup>1</sup>, Иванова Е.В.<sup>2</sup>, Зеленковский П.С.<sup>1</sup>, Тихонова Д.А.<sup>2</sup>**

*1 - Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

*olina2108@mail.ru*

*2 – Институт озераедения РАН, Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Институт озераедения РАН проводит комплексное исследование системы Ладожское озеро – р. Нева – Финский залив. Накопление пластиковых частиц в водных объектах, при сохранении существующих объемов поступления, может оказать негативное влияние на качество водных ресурсов северо-запада РФ.

**Ключевые слова:** микропластик, Ладожское озеро, Финский залив

Водные объекты северо-запада России представлены хорошо развитой речной сетью, системой озер и заливами морей. Все они тесно взаимосвязаны между собой и оказывают непосредственное влияние друг на друга.

Водные ресурсы – это важная часть природных ресурсов в целом. Водные системы используются в хозяйственных и рекреационных целях, поэтому качество воды имеет определяющее значение для жизнедеятельности населения.

Антропогенные факторы оказывают значительное воздействие на природные воды, повышая уровень загрязнения, и как следствие, влияют на функционирование водных экосистем в целом.

Загрязнение пластиком водной среды является новой потенциальной угрозой XXI века. Попадая в окружающую среду фрагменты пластика постепенно распадаются на более мелкие частицы – микропластик (частицы менее 5 мм). При этом период их полного разложения в естественной среде может занимать сотни лет. Таким образом, в водной толще водоемов постоянно находятся мельчайшие частицы пластика во взвешенном состоянии. Часть из них, осаждаясь на дно, постепенно формирует слой пластика в донных отложениях. При этом частицы микропластика крайне сложно изъять из экосистем.

На данный момент не существует прямых доказательств влияния микропластика на здоровье человека, однако частицы пластика могут сорбировать на поверхности токсичные вещества, за счет обрастания биопленкой. Такие токсиканты как устойчивые органические загрязнители и тяжелые металлы [1] могут попадать в живые организмы на частицах микропластика и передаваться по пищевым цепям.

В мире проводится ряд исследований содержания частиц микропластика для отдельных водных объектов, однако целостной картины масштабов его распространения по всему миру на данный момент не существует. Это вызвано отсутствием единых методов анализа содержания, а также химического состава данных частиц в природной среде. Кроме того, полученные результаты зачастую представлены в разных единицах измерения и оказываются не сопоставимыми друг с другом. Таким образом, особо ценными становятся работы, проведенные одной группой исследователей по единой методике.

С 2017 года Институт озераедения РАН проводит комплексное исследование системы Ладожское озеро и его водосборная территория – р. Нева – Финский залив. Ладожское озеро является объектом стратегического значения для города Санкт-Петербург. В озере формируются водные массы, позже поступающие в водозаборные системы города. Река Нева проходит через большую часть Санкт-Петербурга, собирая в себя различные загрязненные стоки, содержащие, в том числе, частицы микропластика. Финский залив – водоем активного рекреационного и хозяйственного использования. Он принимает на себя большую часть сточных вод города.

В различных концентрациях частицы микропластика обнаружены во всех исследованных объектах. Пробы воды и донных отложений исследовались при помощи светового микроскопа и методов спектрометрии. Химический состав пластика определялся методом Рамановской спектрометрии.

Для водных масс севера Ладожского озера характерны наименьшие концентрации частиц микропластика (от 0,001 до 0,5 частиц/литр) в диапазоне размеров от 100 мкм до 5 мм. Для южной части Ладожского озера и устьев рек характерны содержания 1,4 – 1,8 частиц/литр. На повышенные концентрации частиц пластика на притоках зачастую оказывают влияние точечные источники, например, свалки бытовых отходов. Также наблюдается ярко выраженный сезонный ход изменений содержания частиц микропластика в водной толще. В воде Финского залива наблюдаются концентрации от 1 до 5 частиц/литр. Гидродинамический перенос в западном направлении вдоль северного берега Невской губы оказывает прямое влияние на распределение частиц микропластика в воде и донных отложениях. Донные отложения служат депонирующей средой, в которой происходит осаждение и накопление пластиковых частиц. Содержание микропластика в донных отложениях – стабильный показатель, который отражает долгосрочные тенденции загрязнения.

Исследования последних лет выявили новую потенциальную угрозу для водных объектов - загрязнение микропластиком. При сохранении имеющихся объемов поступления пластика в водоемы и водотоки данный тип загрязнения может оказать негативное влияние на природные экосистемы.

*Авторы выражают благодарность Ресурсному центру Геомодель СПбГУ за выполнение работ на Рамановском спектрометре Horiba Jobin-Yvon LabRam HR800.*

#### Литература

1. Andrady A.L. Microplastics in the marine environment // Marine Pollution Bulletin. 2011. V. 62. P. 1596–1605.

### **Potential problems of quality of water resources of North-West of Russia in terms of microplastics pollution**

**Guzeva A.V.<sup>1</sup>, Ivanova E.V.<sup>2</sup>, Zelenkovskii P.S.<sup>1</sup>, Tikhonova D.A.<sup>2</sup>**

*1 – Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia*

*2 – Institute of limnology RAS, Saint-Petersburg, Russia*

Abstract. Institute of limnology RAS does a complex research of the system Lake Ladoga – the Neva river – the Gulf of Finland. Existing tendencies of accumulation of plastic particles in water object can negatively effect on quality of water resources of North-West of Russia.

Key words: microplastics, Lake Ladoga, the Gulf of Finland

## Состояние и перспективы использования морских природных ресурсов во Вьетнаме

Доан Тхи Нга<sup>1</sup>, Фам Нгок Линь<sup>2</sup>, Нгуен Тхи Нянь<sup>3</sup>,

<sup>1</sup> - Аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова,

<sup>2</sup> – к. т. н. преподаватель Sao Do university, Vietnam

<sup>3</sup> – к.э.н., Институт экономики и бизнеса, Вьетнамский национальный университет

Аннотация. Суммарная длина морских берегов Вьетнам достигает  $\approx 3200$  км. Они отличаются сложностью морфологии и динамики, распространением клифов и бенчей, аккумулятивных форм, разными источниками наносов.

**Введение.** Социалистическая Республика Вьетнам (Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam), — государство в юго-восточной Азии, на востоке полуострова Индокитай (15% площади полуострова). Граничит на севере с КНР, на западе с Лаосом и Кампучией. На юге и востоке омывается водами Южно-Китайского моря и заливами Бакбо и Сиамского. Площадь 332,6 тысяч км<sup>2</sup>. К территории Вьетнама относится также значительное количество островов, расположенных в Южно-Китайском море: Фукуок (568 км<sup>2</sup>), Катба (180 км<sup>2</sup>), Кондао (56 км<sup>2</sup>) [1].

На побережье Восточного (Южно-Китайского) моря в пределах Республик Вьетнам располагается множество устьев рек, образовавших приморскую равнину. Крупнейшими среди них являются Меконг, Красная, Ма, Ба, Даранг. Часть рек впадает в море непосредственно, могут образовать дельты, а часть — в лиманы и лагуны, которые от моря частично или полностью отделены косами или барами. Значительная часть ( $\leq 50\%$ ) речных наносов пополняет приморскую низменность, сохраняя ее от эрозионных и других деструктивных физикогео-графических процессов. Так поддерживается приморская территория, очень густо заселенная ( $\geq 100$  чел/км<sup>2</sup>), на которой расположены населенные пункты, дороги, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, поля различных сельскохозяйственных культур. Часто на реках бывают наводнения, что также таит серьезную угрозу для населения.

Со временем ситуация обостряется, потому что растет население на приморской равнине, увеличивается площадь городов и производственных предприятий, растет антропогенный пресс на природу. Береговые природные системы весьма уязвимы, а в условиях роста влияния антропогенного фактора возможен существенный подрыв структуры и функционирования ландшафтов, снижения качества природных ресурсов, деструкция полезных свойств среды проживания человека, животных и растений. Поэтому требуется постоянное совершенствование теории оптимального природопользования, получение большего количества и более детальной географической информации, а в первую очередь — об устьевых областях рек как основного элемента побережья Восточного моря.

Цель работы состоит в анализе факторов формирования устьевых областей Вьетнама как сложных природных систем на контакте “суша—океан”. Такая сложность способствует многофакторности воздействия и множество ответных реакций контактной системы и их сочетаний. Данная особенность приводит к необходимости решения нескольких задач для достижения цели работы: а) общие условия формирования морского побережья Вьетнама; б) особенности действия речных факторов; в) характерные черты воздействия морских факторов; г) разнообразие влияния антропогенных факторов.

**Основная часть.** Суммарная длина морских берегов Вьетнам достигает  $\approx 3200$  км [1]. Они отличаются сложностью морфологии и динамики, распространением клифов и бенчей, аккумулятивных форм, разными источниками наносов (рис. 1).

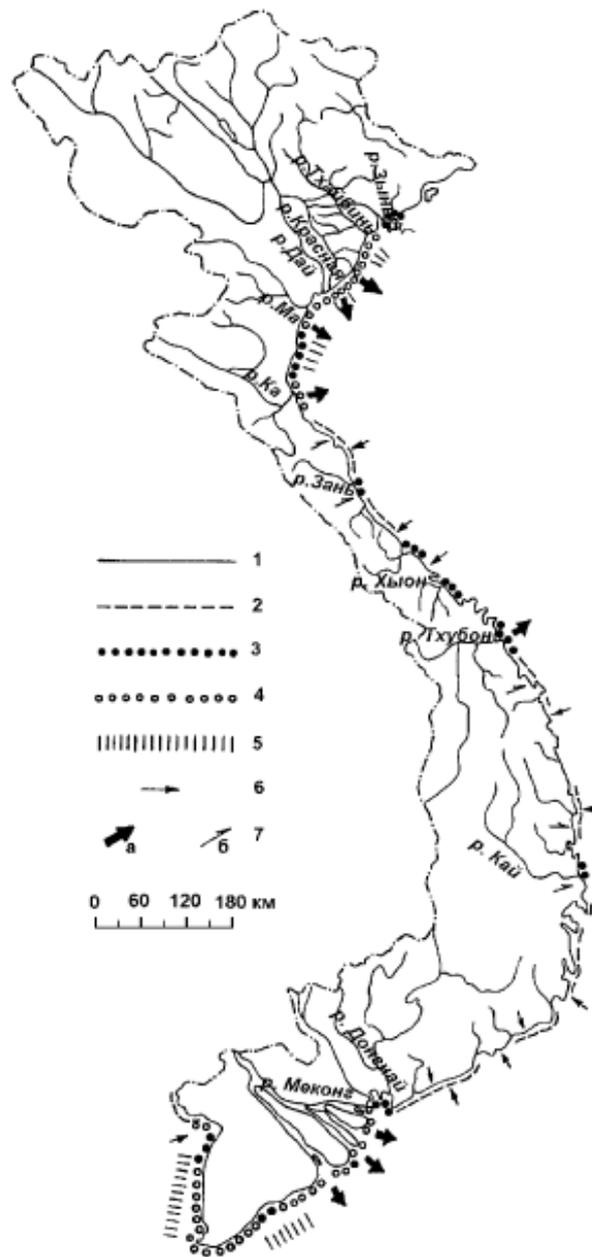


Рисунок 1 – Схема морфологии и динамики береговой зоны Восточного моря в пределах Вьетнама. Условные обозначения: 1 — устойчивые берега; 2 — активные клифы; 3 — аккумулятивные формы с отступающей береговой линией; 4 — то же, с нарастающей береговой линией; 5 — активные бенчи; 6 — направления поступления осадочного материала с подводного склона; 7 — то же, с суши; 8 — снос осадков с суши: а — реками; б — ветром [1-3]

Вдоль них располагаются устья двух крупных (Красная, Меконг) и 16 средних рек. Причем, устьевые области чрезвычайно разнообразны, и среди них преобладают дельты. В настоящее время в границах устьевых областей и сопредельных морских берегов действуют около 270 гидрометеорологических станций и постов. Из них на 28 ведется полный состав наблюдений за ветрами, волнами, течениями, уровнем, температурой воздуха и воды, осадками и др., а на остальных наблюдаются только температура и соленость воды, осадки, уровнем и мутностью воды через каждый час. На 11 береговых океанографических станциях измеряются только океанографические характеристики. Все станции работают с 1960 г., не более десятка — с 1894 г. Активно применяется аэрофотосъемка и данные космической съемки [1, 4].

В качестве первичных материалов послужили данные многолетних исследований на берегах и подводном склоне моря в границах Вьетнам, в том числе — и в устьевых областях рек [1-7]. Исследовался рельеф, его морфометрия и динамика, состав береговых и донных отложений, волны, течения и колебания уровня Восточного моря на прибрежной акватории, поступление наносов: речных в устье и в море, береговых в море и на берег, в приморские лиманы и лагуны, а также речной водный и твердый сток.

Из достаточно крупных устьев, которые непосредственно впадают в море, вытекают стоковые течения с высокими скоростями. Они могут удаляться в море на расстояние до 1 км. Они способны существенно гасить вдольбереговой волновой поток энергии и влиять на распределение наносов, формирование морского края дельт, рост островов и кос, нарастание береговой линии дельт.

Колебания уровня моря воздействуют на гидравлический режим устья реки и на русловые процессы. Многолетние колебания уровня моря вызывают значительные изменения уклонов зеркала воды в руслах, скоростей течений, соответствующие тенденции развития устьевой области, связанные с длительным усилением либо эрозионных, либо аккумулятивных процессов на устьевом участке реки. От этого зависит не только характер и темпы вертикальных и плановых деформаций дельты, но и изменение ландшафта отдельных ее частей [1, 4]. В последние 35 лет уровень Южно-Китайского моря имеет тенденцию к повышению (16 мм/год). Совокупность физико-географических факторов приводит к размыву как внешних берегов моря, так и внутри в самих дельтах и устьях рек в целом. Сезонные колебания уровня воды моря, в общем, слабее других факторов влияют на процесс образования и развития устьевых областей рек, как и в устьях рек на других морях [5].

Тайфуны, сопровождающиеся приливом и нагонными явлениями, являются причиной переформирования морских берегов и приморской части устьевого взморья, а также расположенных здесь водотоков. Только за один нагон, вызванный тайфуном в августе 1984 г., были нарушены более 6 км дамб острова Катхая, а берег моря сместился в сторону суши на 5,6 м [6, 7]. Многие участки морского края дельт размываются именно тогда, когда ветровое волнение действует во время высокой воды.

Существенную роль в динамике морского края дельты и устьевого бара играют ветровые волнения и волновые течения. Под действием волн и вызываемых ими течений морской берег стремится приобрести выровненные очертания и устойчивый поперечный профиль [1, 7]. Динамическая сущность воздействия волнения на дельтовый (устьевой) берег заключается в тенденции выработки вполне определенного профиля равновесия подводного склона, обычно более пологого, чем склон конуса выноса речного водотока. Совокупное воздействие морского волнения и течений на морской берег дельты создает вдольбереговой поток наносов — один из важнейших факторов дельтообразования на морском крае и взморье выдвинутых дельт. Роль волнения и течений в формировании морского края дельты зависит не только от сочетания интенсивности волнения и течений, но и от интенсивности отложения речных наносов, выработки динамически равновесного поперечного профиля и колебаний уровня воды (зависит от фаз приливов и т. д.). Конусы выноса и устьевые бары, особенно в периоды уменьшения поступления речных наносов, могут разрушаться частично или полностью. Это явление хорошо выражено на устьевом взморье рек центральной части побережья Вьетнама (рр. Ка, Нхатлэ, Тхубон, Ба и др.).

Особого внимания заслуживает влияние такого фактора, как ветровой режим, для которого характерными являются тайфуны, вызываемые определенным состоянием атмосферы [5, 7]. Очаги зарождения над Южно-Китайским морем и основные пути их прохождения над морским побережьем являются разнообразными (рис. 2). Возникающие в течение осенних месяцев, тайфуны перемещаются преимущественно по пути <sup>1</sup> I и <sup>1</sup> II, реже — <sup>1</sup> V. Т. е. основное количество, причем самых сильных, тайфунов действует непосредственно на берег Вьетнама, когда результирующий вектор ветрового потока экспонирован под углом, близким 45-90° относительно береговой линии. Поэтому большинство тайфунов способны совершить существенное разрушение форм берегового и устьевого рельефа.

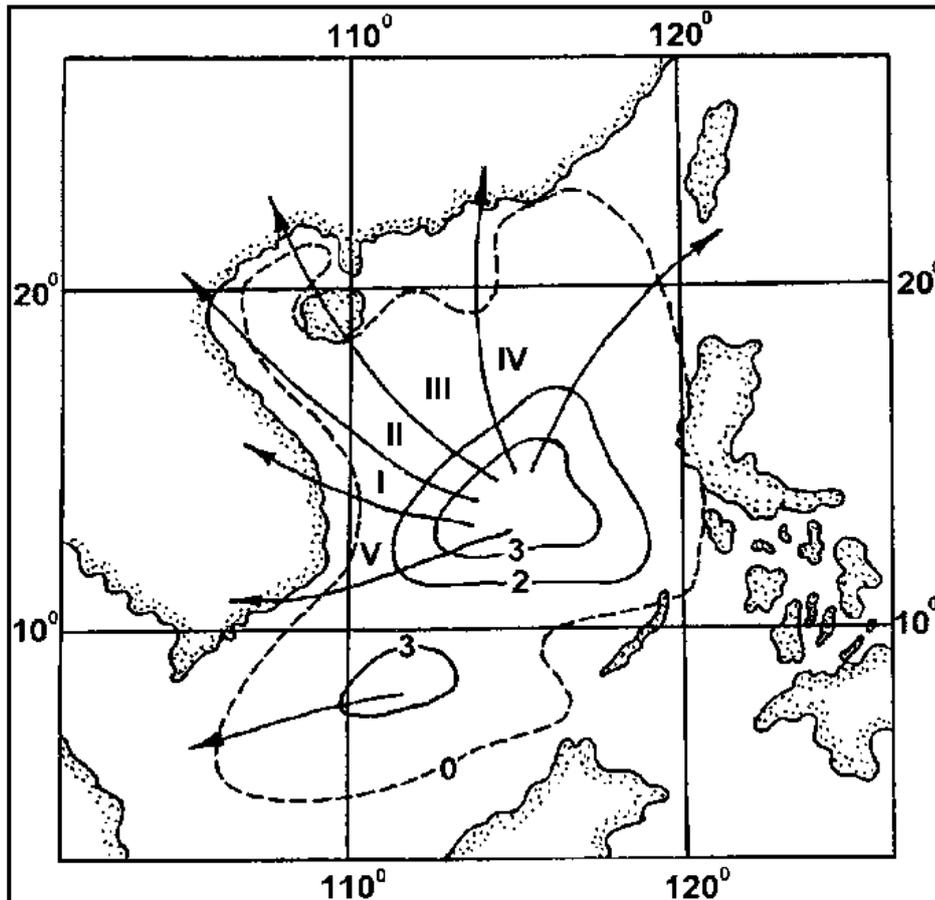


Рисунок 4 – Районы возникновения тайфунов в Восточном (ЮжноКитайском) море, среднее в году число случаев их повторяемости в нем (изолинии), основные пути перемещения (стрелки) во второй половине XX столетия

Важным, зависящим от устьевых процессов, выступает почвообразование и заселение растениями и животными поверхности дельты и русел. С одной стороны, почвенно-растительный покров определяется зональными климатическими условиями, а с другой стороны этот покров развивается в определенных условиях специфического устьевого осадконакопления. В дельте он усиливает сопротивляемость аллювиальных отложений размыву и ограничивает свободу блуждания русловых водотоков. Растения произрастают в руслах. Они могут образовать густой покров, который обуславливает уменьшение скоростей течения и наносодвижущей способности руслового потока, увеличение интенсивности выпадения наносов и аккумулятивного процесса. Как следствие, нарастает пойма и ускоряется процесс деления дельтовых русел. Все перечисленные явления наиболее четко видятся в дельте р. Меконг. Что касается устьевого взморья, то распространение здесь растительности (например, в виде фитогенных элементов береговой зоны) существенно понижает роль морских волн и волновых течений, нередко нарушает вдольбереговую перенос наносов и воды. Подобные процессы выражаются особенно четко тогда, когда береговая линия морского края является извилистой. Примерами могут служить устьевые взморья рек Меконг, Ма, Хьон, Дай, Тхубон [3].

Независящие факторы представлены в первую очередь климатическим, относящимся к зональным географическим. Как правило, от климата зависят ветровые условия и закономерности циркуляции атмосферы. В приземном слое ветровой режим оказывает влияние на режим морских волн, волновых, ветровых и дрейфовых течений. Климат и его сезонные изменения оказывают значительное воздействие на формирование и текущую динамику как устьев рек, так и сопредельной береговой зоны моря. Кроме того, климат также влияет на развитие почвенного и

растительного покрова, определяет температуру речной и морской воды, на структуру и изменчивость ландшафтов в целом.

Геологические условия, первичное расчленение рельефа и особенности выветривания определяют ту “седиментационную емкость”, которая заполняется речными наносами с помощью процесса дельтообразования. В итоге формируются осадочные толщи, в состав которых входят илистые, алевритовые, песчаные фракции, редко — гравийногалечные. Они насыщены капельной влагой, подвергаются уплотнению до 1–4 мм/год, могут претерпеть вторичное переотложение, быть размываемыми или допустить образование русел или устьевых озер. В них достаточно медленно формируется гумусовый слой, может происходить засоление на морском крае, повышена интенсивность движения внутриосадочных растворов, часто развивается процесс стагнации и высвобождения метана или сероводорода. Поэтому дельтовые растения и животные характеризуются строго определенным видовым составом, численностью, биомассой и биопродуктивностью. Налицо физико-географическое образование необычного природного комплекса как продукта взаимодействия всех его компонентов, что диктует свой путь организации территории и оптимизации природопользования.

В течение длительного времени, измеряемого в геологическом масштабе, отложения в Южно-Китайском море достигают громадной мощности под влиянием перманентного тектонического опускания [2, 4]. Осадочные отложения представляют собой крупнейшие осадочные тела. В этих толщах образуются т. н. “ловушки нефти и газа” — продуктивные концентрации углеводородов, представляющих практический интерес. Сами осадочные слои могут служить источником сырья для строительных материалов.

Среди антропогенных факторов ведущее место занимают водохозяйственные мероприятия, создание и обустройство комплекса объектов энергетического, воднотранспортного, сельскохозяйственного, промышленного, селитебного, рыбо-хозяйственного назначения. В устьях рек деятельность человека может оказывать прямое или косвенное влияние и на речные, и на морские факторы устьевого процесса.

В итоге она приносит положительный (+) или отрицательный (–) эффект, т. е. в конце концов возможно усиление или ослабление аккумуляции, активизация или затухание размыва берегов водотоков реки, берегов дельт, лагун и моря. Эрозионные процессы в дельтах приводят к уменьшению площади и объемов дельтовых наносов, и потому исчезает необходимый субстрат для поселения речной и дельтовой растительности и морского животного мира. Если в устьях рек происходит загрязнение воды, то наибольший эффект выражается в накоплении загрязняющих веществ в прибрежной части моря, в пределах устьевого взморья, и в этом случае экосистема устья кардинального ущерба не испытывает. Так обычно бывает, когда сброс загрязнений действует короткое время, а превышение ПДК бывает не более, чем в 23 раза в год. Микроорганизмы испытывают антропогенный стресс, но быстро через неделю–другую приобретают естественный режим существования. Но если речная вода загрязнена выше нормы постоянно, без перерывов, то, кроме негативного влияния на морскую воду и планктонные организмы, есть большая вероятность загрязнения толщ дельтовых и русловых отложений. Это тот субстрат, на котором поселяются водные и сухопутные растения, в толще которого обитают различные живые организмы. Подобные явления присущи динамическим природным системам, каковыми и являются устьевые области рек.

Максимальный ущерб экосистемам бывает тогда, когда эрозионные процессы приводят к размыву наносного субстрата, и в результате исчезает любая форма поселения живых организмов. Если есть субстрат, то его могут заселить организмы, если нет, то и заселение невозможно, какой бы кристально чистой и сколь долго ни была речная или морская вода. Поэтому при оценке влияния на окружающую природу в большинстве случаев приоритетной должна быть информация о гидрологическоморфологических и литодинамических процессах, а не о загрязнении воды и изменении биологических характеристик. Такой подход существует в большинстве стран, и он используется при разработках проектов организации территории и оценках влияния антропогенного фактора.

Распашка дельтовых земель приводит к осушению плавней, к уничтожению мест гнездования птиц, к нарушению целостности природного ландшафта и созданию агроландшафта. Становится более интенсивным снос осадочного материала в море.

Одамбование русел фиксирует устьевые водотоки, не позволяет свободно разливаться воде и затопливать дельту, что вредно сказывается на рыбных ресурсах. Икра и личинки не могут попасть на дельтовые мелководья и превратиться в потомство, в том числе и в ценные породы рыбы. Также происходит усыхание плавней, что наносит ущерб среде обитания птиц, членистоногих, рептилий, червей и др. Применение мощных лодочных моторов в последние годы позволяет лодкам и катерам развивать огромную скорость, и при этом подымать крупную «корабельную волну». Эта волна оказывает сильное влияние на русловые берега, размывает их, увеличивает мутность речной воды, снижает прозрачность и действие фотосинтеза, создает неблагоприятные условия обитания животных и растительных организмов. Действие винтов от моторов лодок, катеров, от двигателей крупных судов при нерегулированной скорости движения взмучивает донные наносы, может отрывать от дна личинки и икру организмов, усиливать мутность воды.

#### **Выводы:**

1. Анализ собранных данных о действии различных факторов на морском побережье Вьетнама создает необходимость систематических комплексных и упреждающих исследований всех упомянутых факторов и причин, их вызывающих, с позиций теории географической науки.
2. Главной генетической особенностью морских областей Вьетнама выступает их существование, развитие и взаимодействие с другими природными системами в условиях тропической ландшафтно-климатической зоны, влияния тайфунов, приливов и ветровых волн.
3. В общем случае речные факторы чаще всего приводят к расчленению морского края дельты и увеличению извилистости и длины береговой линии. Морские факторы стремятся выровнять береговую линию на морском крае, сократить извилистость и длину береговой линии. На этой стадии создаются морские валы с более крупными наносами, а также внутрдельтовые озера.
4. Многолетние колебания уровня моря вызывают значительные изменения уклонов зеркала воды в руслах, скоростей течений, соответствующие тенденции развития устьевой области, связанные с длительным усилением либо эрозионных, либо аккумулятивных процессов на устьевом участке реки. От этого зависит не только характер и темпы вертикальных и плановых деформаций дельты, но и изменение ландшафта отдельных ее частей.

#### **Литература**

1. Баранчиков Е., Горохов С., Козаренко А., Петрусюк О, Смирнова М. География. Серия: Среднее профессиональное образование. – М.: Academia, 2012. – 480 с.
2. До М.К. Вьетнам и Южно-Китайское море: обстановка и тенденции // Вьетнамские исследования. 2015. № Выпуск 5. С. 138-160.
3. Шанг Н.В. Определение средней динамической топографии моря на акватории вьетнама по данным альтиметрии // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2015. № 1. С. 9-14.
4. Савичев О.Г., Фунг Т.З. Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод и донных отложений в дельте Меконга (Вьетнам) // Вестник Томского государственного университета. 2014. № 388. С. 246-252.
5. Малюков В.П., Турсунзода Д.Г. Воздействие на окружающую среду при разработке месторождения нефти «Белый тигр» в гранитоидах на шельфе Вьетнама // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 11. С. 277-285.
6. Куан М.В. Анализ аварийных ситуаций в морской зоне Вьетнама // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2013. № 2. С. 115-122.
7. Хоанг Т.Н., Быстрова И.В., Смирнова Т.С., Предбанникова Е.В. Особенности географического положения, геологическое строение и освоение месторождения белый тигр

социалистической республики Вьетнам. В сборнике: Современные проблемы географии. Межвузовский сборник научных статей. Составители: В.В. Занозин, М.М. Иолин, А.Н. Бармин, А.З. Карабаева. 2017. С. 57-63.

### **State and prospects for use of marine natural resources in Vietnam**

**Doan Thi Nga<sup>1</sup>, Pham Ngoc Linh<sup>2</sup> Nguyen Thi Nhan<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup> - Saint-Petersburg state forest technical university, Saint-Petersburg

<sup>2</sup> - Sao Do university, Vietnam

<sup>3</sup> - University of Economics and Business, Vietnam National University

Abstract. The total length of the coast of Vietnam reaches  $\approx 3200$  km. They are distinguished by the complexity of morphology and dynamics, the spread of cliffs and benches, accumulative forms, different sources of sediment.

## Межгодовая динамика летнего фитопланктона дельты реки Великой (Псковская область)

Дрозденко Т.В.

Псковский государственный университет, Псков, Россия, tboichuk@mail.ru

Аннотация. Показан качественный и количественный состав фитопланктона дельты р. Великой в летний период 2016-2018 гг. Проанализировано сходство фитопланктонных сообществ за годы исследования. Дана оценка качества воды дельты на основе сапробиологического анализа.

Ключевые слова: альгофлора, фитопланктон, таксономический состав, сапробность, дельта р. Великой.

Дельта реки Великой представляет собой уникальный природный комплекс общей площадью 2,7 км<sup>2</sup>. Здесь наблюдается соединение и трансформация водных масс реки Великой и водоприемного бассейна Чудско-Псковского озера. Дельта р. Великой характеризуется более мягкой и короткой зимой и более длительным и солнечным летом, что положительно влияет на вегетацию продуцентов. Это позволяет рассматривать дельту как акваторию с хорошим потенциалом для образования первичной продукции (Дрозденко, Михалап, 2018).

Фитопланктон – первое звено трофических цепей, главный продуцент органического вещества в водоемах. Планктонные водоросли являются наиболее перспективными объектами для оценки состояния водных экосистем. Таксономический состав и количественные характеристики микроводорослей могут выступать в качестве интегрального показателя, характеризующего уровень эвтрофикации и степень загрязнения водоема (Анисимова, 2000; Охупкин и др., 2002).

Целью настоящей работы стало исследование качественного и количественного состава фитопланктона дельты р. Великой в летний период 2016-2018 гг., а также оценка экологического состояния и качества воды изучаемой акватории по показателям фитопланктона.

Гидробиологический материал отбирался на пяти станциях с поверхностного горизонта дельты р. Великой в июле 2016, 2017 и 2018 гг. и обрабатывался стандартными методами (Садчиков, 2003). Параллельно с отбором проб измеряли температуру воды и кислотность среды. Сходство альгофлор в разные годы исследования оценивали с помощью индекса Сьеренсена-Чекановского (Шмидт, 1980). Индекс сапробности рассчитывали по методу Пантле-Букк в модификации Сладечека (Sládeček, 1973). Класс чистоты воды устанавливался по интегральной эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод (Оксиук и др., 1993).

Результаты измерения параметров водной среды показали, что максимум температуры отмечен в 2016 г., минимум – в 2017. Кислотность среды была слабощелочная (табл. 1).

Таблица 1 – Температура и рН среды дельты р. Великой в летний сезон 2016-2018 гг.

| Показатели      | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------------|------|------|------|
| температура, °С | 21,9 | 18,8 | 19,6 |
| рН среды        | 7,8  | 7,6  | 7,9  |

За период исследования в дельте р. Великой выявлен 231 таксон фитопланктона рангом ниже рода из 8 отделов (9 систематических групп): Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Ochrophyta (Chrysophyceae + Xanthophyceae), Dinzoa, Euglenozoa, Cryptophyta, и Charophyta (табл. 2).

Согласно таблице, основу альгофлоры составляли 3 отдела: Bacillariophyta – 81, Chlorophyta – 68 и Cyanobacteria – 26 таксонов рангом ниже рода. В сумме на данные отделы приходилось 75,8 % всех обнаруженных водорослей. Остальные отделы вносили меньший вклад в видовое богатство дельты. Таким образом, альгофлора дельты р. Великой за исследованный период характеризовалась как цианобактериально-хлорофито-диатомовая.

Летом 2016 г. в дельте обнаружено 165 видовых и внутривидовых таксонов фитопланктона из 8 отделов, в 2017 и 2018 гг. – по 127 таксонов микроводорослей также из 8 отделов, однако отсутствовали представители Xanthophyceae (табл. 2). Доминирующий комплекс оставался неизменным, только в 2018 г. на первом месте по числу таксонов был отдел Chlorophyta.

Таблица 2 – Таксономический состав фитопланктона дельты р. Великой (2016-2018 гг.)

| Систематические группы | Количество видовых и внутривидовых таксонов фитопланктона, абс. |         |         |               |
|------------------------|---|---------|---------|---------------|
|                        | 2016 г.   | 2017 г. | 2018 г. | 2016-2018 гг. |
| Bacillariophyta        | 61  | 55      | 32      | 81            |
| Chlorophyta            | 53  | 32      | 52      | 68            |
| Cyanobacteria          | 16  | 12      | 14      | 26            |
| Chrysophyceae          | 10  | 13      | 8       | 17            |
| Euglenozoa             | 10  | 4       | 7       | 15            |
| Dinzoa                 | 5   | 4       | 7       | 11            |
| Cryptophyta            | 5   | 5       | 4       | 5             |
| Xanthophyceae          | 2   | -       | -       | 2             |
| Charophyta             | 3   | 2       | 3       | 6             |
| Итого:                 | 165   | 127     | 127     | 231           |

Анализ сходства фитопланктонных сообществ по индексу Сьеренсена-Чекановского в исследуемые годы показал, что ближе всего по таксономическому составу были альгофлоры в 2016 и 2017 гг. (сходство составило 63,7 %, общих видов – 93). Наименьшее сходство по видовому составу отмечено между альгофлорами 2016 и 2018 гг. – 56,8 %, общими были 83 таксона.

Средние значения общей численности и биомассы от 2016 к 2018 году заметно различались. В июле 2016 г. численность изменялась в зависимости от станции в пределах 0,9-2,4 млн. кл/л ( $N_{cp}=1,5$  млн. кл/л), а биомасса – 0,2-1,7 мг/л ( $V_{cp}=0,94$  мг/л). В июле 2017 г. значения общей численности заметно снизились и лежали в пределах 196,8-792,0 тыс. кл/л ( $N_{cp}=460,1$  тыс. кл/л), биомассы – 0,07-0,3 мг/л ( $V_{cp}=0,16$  мг/л), а в июле 2018 г. количественные показатели значительно увеличились: численность колебалась в пределах 2,7-9,9 млн. кл/л ( $N_{cp}=6,1$  млн. кл/л), а биомасса – 0,6 до 1,8 мг/л ( $V_{cp}=1,2$  мг/л).

Оценка качества воды по индексу Пантле-Букк в модификации Сладечека выявила β-мезосапробный характер вод в дельте р. Великой, что позволило отнести их к разряду умеренно загрязненных. В 2016 г. средний индекс сапробности составлял 2,1, в 2017 г. – 1,99, в 2018 г. – 2,00, что соответствует III классу качества вод.

### Литература

1. Анисимова О.В. Пресноводная альгофлора северо-восточной части Алтайского государственного заповедника // Автореферат дисс. канд. биол. наук. М., 2000. 25 с.
2. Дрозденко Т.В., Михалап С.Г. Структурно-таксономическое разнообразие и экологические особенности фитопланктона дельты реки Великой (Псковская область) // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология, 2018. № 41. С. 118–134. DOI: 10.17223/19988591/41/7.
3. Оксюк О. П., Жукинский В. Н., Брагинский Л. П., Линник П. Н., Кузьменко М. И., Кленус В. Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. 1993. № 4. С. 62-76.
4. Охапкин А.Г., Юлова Г.А., Старцева Н.А. Состав и эколого-флористическая характеристика фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Нижнего Новгорода) // Ботанический журнал, 2002 Т. 87. № 2. С. 78-88.
5. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М.: Изд-во «Университет и школа», 2003. 157 с.
6. Шмидт В. М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л., 1980. 176 с.
7. Sládeček V. System of water quality from biological point of view // Arch. Hydrobiol. Ergebn.

Limnol, 1973. 7. P. 1-218.

### **Interannual dynamics of summer phytoplankton in the Velikaya river delta (Pskov region)**

**Drozdenco T.**

*Pskov state University, Pskov, Russia, tboichuk@mail.ru*

Abstract. The qualitative and quantitative composition of phytoplankton in the Velikaya River Delta in the summer of 2016-2018 is shown. The similarity of phytoplankton communities over the years of research is analyzed. The delta water quality is estimated based on saprobiological analysis.

Key words: algoflora, phytoplankton, taxonomic composition, saprobity, Velikaya River Delta.

## Региональные тенденции и закономерности влияния климатических изменений на компоненты экосистем внутренних море Европы

Дроздов В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург.  
E-mail: vladidrozodv@yandex.ru

Аннотация. Обоснованы причинно-следственные связи между климатообразующими процессами и региональными тенденциями динамики состояния биотических и абиотических компонентов экосистем Белого, Балтийского, Черного и Азовского морей, включая их речные бассейны и важнейшие популяции промысловых рыб.

Ключевые слова: колебания климата, морские экосистемы, биологическая продуктивность, комплексное управление природопользованием.

На основе комплексного анализа многолетних данных, установлено, что рост интенсивности циркуляции атмосферы над Северной Атлантикой, сопровождается деакцентацией Арктического и Сибирского антициклонов, смещением положения данных центров действия атмосферы в восточном направлении, что приводит к потеплению над акваториями Балтийского и Белого морей, росту объема стока рек в бассейнах данных морей. Одновременно с этим, над акваториями Черного и Азовского морей наблюдается похолодание и снижение объемов речного стока в их бассейнах.

В Белом море и в его бассейне, возрастание интенсивности атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой, наиболее эффективно выражаемое в виде индексов NAO1, NAO4 и NAOоб., сопровождается увеличением температуры воздуха и поверхностной температуры воды, ростом расходов р. Северной Двины, Онеги и Мезени, снижением солености в прибрежной зоне Онежского, Двинского и Мезенского заливов. Рост давления в центре Арктического антициклона приводит в регионе Белого моря к снижению температуры воздуха и поверхностного слоя воды. Развитие зональной W-форма циркуляции атмосферы Вангенгейма-Гирса сопровождается потеплением, E-формы – к похолоданию. Потепление наблюдается также при росте повторяемости типов ЭЦМ Б.Л. Дзердзеевского входящих в группу меридиональных южных (типы ЭЦМ 13 и обобщенные меридиональные южные), а похолодание – на фоне роста повторяемости суммарных зональных ЭЦМ.

В Черном море и в его бассейне, возрастание интенсивности атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой, наиболее эффективно выражаемое в виде индексов NAO1, NAO4 и NAOоб., и W-форм атмосферной циркуляции, приводит к снижению расходов крупнейших рек бассейна моря – Дуная и Днепра. Потепление наблюдается при росте повторяемости типов ЭЦМ Б.Л. Дзердзеевского входящих в группу меридиональных южных (типы ЭЦМ 13 л и обобщенные меридиональные южные) в северо-западном, западном и юго-западном районе черноморского побережья, а похолодание в тех же районах – на фоне роста повторяемости суммарных зональных форм. В целом же, использование данных групп циркуляции атмосферы, обладает значительно меньшей эффективностью при исследованиях динамики климата в данном регионе, по сравнению с индексами Северо-Атлантического колебания.

Выполненный комплексный анализ степени и характера влияния многолетней изменчивости климатических, океанологических и гидрологических параметров на различные показатели биологической продуктивности популяций пелагических, демерсальных и донных промысловых рыб, позволил установить главные региональные особенности влияния колебаний климата на морские биоценозы.

Обобщение полученных результатов кластерного, корреляционного, спектрального и регрессионного анализа климатических, океанологических, гидрологических и биопродукционных

данных применительно к различным акваториям внутренних морей и районам их речных бассейнов, позволило сформировать логические модели схему связей между природными процессами. Обоснованы функциональные геоэкологические районы, изменения в которых, под влиянием климата, способны повлиять в дальнейшем на функционирование значительной части или всей гео- и экосистемы моря, в том числе оказать прямое и значительное воздействие на биопродуктивность.

В экосистеме Белого моря функциональными геоэкологическими районами являются: восточная и южная части речного бассейна; заливы – Двинский, Онежский, Мезенский; проливы – район Воронки, западно-горловский пролив; глубоководные районы – кандалакшский желоб, выход из Онежского залива (полнос холода), выход из Кандалакшского залива (полнос тепла). В экосистеме Черного моря к функциональным геоэкологическим районам следует отнести следующие: северо-западный район речного бассейна; северо-западный шельф – дельта Дуная, днепровский лиман, одесский залив; пролив Босфор; глубоководные районы – западная и восточные впадины моря, северо-восточной склон.

Разработана методология комплексного управления природопользованием на акваториях Балтийского, Белого и Черного морей на основе разработанных методов интегральной диагностики текущего состояния и интегральной оценки устойчивости их экосистем на основе индикаторного подхода, позволяющая повысить эффективность мероприятий по обеспечению экологической безопасности и морскому пространственному планированию.

Полученные научные и практические результаты могут быть рекомендованы для использования в деятельности структурных подразделений Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерства транспорта Российской Федерации, МЧС Российской Федерации, а также федерального агентства по рыболовству Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в Северо-западном и Южном Федеральном округах.

Работа выполнена в Российском государственном гидрометеорологическом университете в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FSZU 2020-0009.

#### Литература

1. Дроздов В.В., Косенко А.В. Многолетние тенденции изменения температуры воздуха в промышленно-хозяйственных центрах Северо-западного и Центрального федеральных округов России и их причины // Экология и промышленность России – М.: 2017. – Т. 21. – № 3. – С. 56 – 63.
2. Дроздов В.В. Обеспечение экологической безопасности при освоении ресурсов шельфовых морей и управление природопользованием на основе оценки устойчивости морских экосистем к техногенному воздействию // Арктика: экология и экономика. – 2018. – № 4 (32) – С. 55 – 69. DOI: 10.25283/2223-4594-2018-4-55-69.
3. Дроздов В.В. Влияние колебаний климата на динамику экосистем Черного и Азовского морей. Монография. СПб.: РГГМУ. – 2019. – 230 с. ISBN 978-5-86813-478-4.

## **Regional trends and patterns of climate change impact on ecosystem components of the European inland seas**

**Drozdov V.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Russian state hydrometeorological University", Saint Petersburg.

E-mail: vladidrozdov@yandex.ru

**Abstract.** The cause-and-effect relationships between climate-forming processes and regional trends in the state dynamics of biotic and abiotic components of the White, Baltic, Black and Azov seas ecosystems, including their river basins and major commercial fish populations, are substantiated.

**Keywords:** climate fluctuations, marine ecosystems, biological productivity, integrated environmental management.

## **Колебания климата и оценка их экологических следствий в речных бассейнах Нижней Волги, Казахстана и Средней Азии**

**В.В. Дроздов, З. Мобараккызы**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург,  
Россия*

*vladidrozдов@yandex.ru*

Аннотация. Обобщены материалы и данные о формировании региональных экологических кризисов в бассейне Нижней Волги, Казахстана, Узбекистана и Таджикистана. Разработаны практические рекомендации по рациональному природопользованию и обеспечению экологической безопасности при ведении сельского хозяйства и использовании водных ресурсов с учетом климатических изменений.

Экологический кризис – процесс устойчивой деградации экосистем под влиянием природных или антропогенных факторов, сопровождающийся значительными изменениями в их структуре и продуктивности, способный привести к их исчезновению. Климатические изменения, на фоне нерационального природопользования, способны привести к усугублению кризисных ситуаций.

Целью данной работы является разработка научно-практических рекомендаций по обеспечению экологической безопасности и рациональному природопользованию на территориях бассейна Нижней Волги, Казахстана, Узбекистана и Таджикистана на основе комплексного изучения экологических последствий климатических изменений.

Использованы методы корреляционного, регрессионного, спектрального и кластерного анализа многолетних данных – температуры воздуха, показателей крупномасштабной атмосферной циркуляции, речного стока.

К сожалению, в ряде регионов бассейна Нижней Волги [1–5], Казахстана [6 – 8] и республик Средней Азии [9–12] складывается кризисная экологическая ситуация, на фоне естественных природных изменений и нерациональной антропогенной деятельности. Происходит засоление почв, опустынивание территорий, изменения гидрологического режима поверхностных водных объектов и подземных вод, возникают проблемы обеспечения функционирования сельского хозяйства [1 – 9].

Казахстан – 9-я по площади страна мира с территорией 2,72 млн. км<sup>2</sup> – обладает уникальным набором ландшафтных комплексов: от пустынь до высокогорий и экосистем внутренних морей. При этом засушливые и субгумидные земли занимают более 75% территории страны. Площадь засоленных почв в Казахстане, в том числе солонцеватых, щелочных почв и сочетаний с другими почвами составляет 111,55 млн. гектаров, или 41% от всей территории страны [13–16]. На большей части этих площадей отмечается естественная минерализация из-за присутствия морских отложений. В Казахстане около 242 тыс. га (11%) орошаемых земель в 1993 г. были отнесены к классу засоленных по центральноазиатским стандартам (превышение токсичных ионов 0,5% от общего веса почвы). Засоленные площади в основном расположены на юге страны. Это сказывается на распределении и воспроизводстве биологических ресурсов [17].

Площадь засоленных почв в Узбекистане оценивается в 20,8 млн. гектаров, или 46,5% территории страны. Интенсивное развитие новых орошаемых земель в период 1960-1980-х гг. вызвало засоление и заболачивание земель, их деградацию и привело к увеличению сброса сильнозасоленных дренажных вод в р. Амударью. Заболачиванием и засолением уже охвачено 50% орошаемых площадей. Общая площадь засоленных в результате орошения земель в 1994 г. составила 2,141 млн. га [9–11].

В Таджикистане, основными проблемами качества земель являются засоление и заболачивание почв по причине высокого уровня грунтовых вод. Засоление орошаемых земель в

низменных районах увеличилось из-за недостаточно развитых дренажных систем и неэффективных систем орошения, приводящих к высоким потерям воды. В результате орошения почвы оказались засоленными на площади 23,235 тыс. га, заболоченными – на площади 25,742 тыс. га [12].

Засоленные почвы снижают способность культур принимать воду и доступные питательные микроэлементы. Кроме того, они концентрируют токсичные для растений ионы и имеют плохую структуру. Последовательное ежегодное накопление солей ухудшает качество почв и делает их непродуктивными. Неиспользуемые земли превращаются в испарители грунтовых вод, что вызывает усиленное их засоление. В течение 10 – 15 лет они могут превратиться в солончаки, мелиорация которых сопряжена с большими затратами.

Усыхание Аральского моря явилось одним из самых крупных экологических кризисов второй половины XX века. В 1960 году оно было четвертым по величине озером в мире. С 1965 года Аральское море потеряло 75% своего объема и береговая линия отодвинулась более чем на 100 километров. На рисунке представлены графики изменчивости уровня Аральского моря согласно палеорекоконструкции за несколько столетий (а) и за период с начала 1990-х по 2015 гг. (б) по данным спутниковых наблюдений. Отмечается наличие цикличности различных периодов, обусловленная во многом климатическими изменениями. Необходимо отметить, что в период 1–4 веков н.э. уровень в Аральском море также резко снизился. На современном дне обнаружены руины древних поселений.

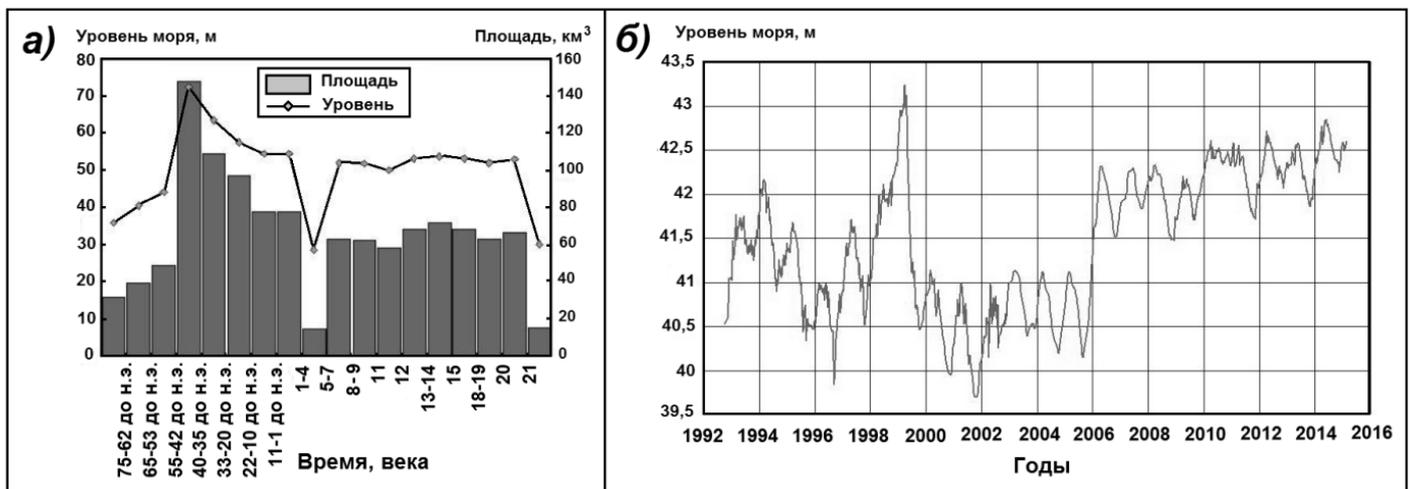


Рисунок 1 – Долговременная динамика уровня Аральского моря

а) – на основе палеорекоконструкций за несколько столетий; б) – на основе спутниковых альтиметрических данных. По данным [18] и др.

В настоящее время море разделено на две части и, если усыхание продолжится, то оно неизбежно превратится в несколько мелких соленых озер. Это крупная международная экологическая проблема, решение которой пытаются достичь ученые и практики Казахстана, Узбекистана и России. В период с 2010 по 2015 г. была реализована вторая фаза проекта «Регулирование русла реки Сырдарьи и Северного Аральского моря» РРССАМ-2, ведётся интенсивная работа по подготовке дальнейших проектов [18–20]. При этом весьма важная роль принадлежит климатическим среднесрочным и долгосрочным прогнозам.

Установлены основные причины экологических кризисов и дана характеристика неблагоприятных последствий климатических изменений для состояния экосистем и природопользования на территориях бассейна Нижней Волги, Казахстана, Узбекистана и Таджикистана. Обоснованы пути и способы обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования, с учетом естественных природных изменений

температурного и водного режимов. Сформулированы регионально-ориентированные практические рекомендации.

#### Литература

1. Борликов Г.М., Харин Н.Г., Бананова В.А., Татеиши Р. Опустынивание засушливых земель Прикаспийского региона. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2000. – 97с.
2. Борликов Г.М., Бакинова Т.И., Зеленская Е.А. Почвенно-земельные ресурсы аридных территорий. Состояние, использование, оценка. Элиста: Изд-во КГУ, 2009. – 200 с.
3. Борликов Г.М., Бакинова Т.И., Зеленский А.Г. Эколого-экономические проблемы аграрного землепользования в республике Калмыкия // Сельскохозяйственная экология. 2015 – Том 10. – №. 2. – С. 146 – 156.
4. Экологические проблемы сельского хозяйства и научно-практические пути их решения: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, 5-6 июня 2017 г. – Махачкала: ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ», 2017. – 252 стр.
5. Сафронова И.Н. Еще раз к вопросу о границе между степной и пустынной зонами в Нижнем Поволжье // Поволжский экологический журнал. 2008. – № 4. – С. 334 – 343.
6. Карта растительности Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). М 1 : 2 500 000. М.: ТОО «Экор», 1995. 3 л.
7. Клебанович Н.В., Ефимова И.А., Прокопович С.Н. Почвы и земельные ресурсы Казахстана– Минск : БГУ, 2016. – 46 с.
8. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017 – 2021 годы. Астана, 2018. – 124 с.
9. Сельское хозяйство Узбекистана. Статистический сборник. – Т., 2011. – С.190.
10. Статистический сборник. Основные тенденции показатели экономического и социального развития республики Узбекистан за годы независимости (1990–2010) и прогноз на 2011–2015 гг. – Ташкент: «Узбекистан», 2011. – С.138.
11. Соколов В.И. Водное хозяйство Узбекистана: прошлое, настоящее и будущее. Вып. 1. – Ташкент . 2015 – 56 с.
12. Управление водными ресурсами в сельскохозяйственной секторе Таджикистана. Роль водопользователей в совершенствовании водноэнергетической взаимосвязи. Технический отчет Душанбе, Таджикистан. – 2017. – 57 стр.
13. Карта растительности Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). М 1 : 2 500 000. М.: ТОО «Экор», 1995. 3 л.
14. Клебанович Н.В., Ефимова И.А., Прокопович С.Н. Почвы и земельные ресурсы Казахстана– Минск : БГУ, 2016. – 46 с.
15. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии. Л., 1991. – 143 с.
16. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017 – 2021 годы. Астана, 2018. – 124 с.
17. Шестой Национальный Доклада Республики Казахстан о биологическом разнообразии . Астана. 2018. – 255 с.
18. Аладин Н.В., Чиди Т., Крето Ж.-Ф., Ермаханов З.К., Жоллибеков Б., Миклин Ф., Плотников И.С., Егоров А.Н. Современные проблемы и возможное будущее Аральского моря // Ученые записки РГГМУ. 2017. – № 48. – С. 41 – 54.
19. Micklin P. The Future Aral Sea: hope and despair // Environmental Earth Science, 2016. 75 (9). – P. 1–15.
20. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря СССР». Т. VII: Аральское море / под ред. В.Н. Бортника, С.П. Чистяевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 196 с.

**Climatic changes and their environmental consequences in river basins of Lower Volga,  
Kazakhstan and Central Asia**

**V.V. Drozdov, Z. Mobarakkyza**

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia  
vladidrozdov@yandex.ru*

Abstract. The materials and data on the formation of regional environmental crises in the Lower Volga basin, Kazakhstan, Uzbekistan and Tajikistan are summarized. Practical recommendations have been developed on environmental management and safety in agriculture and water management, taking into account climate change.

## Исследование механизмов иммунного ответа для разработки новой технологии защиты рыб от инфекций в условиях аквакультуры

Дун Сянли<sup>1,3</sup>, М. Б. Шилин<sup>1</sup>, Ю. Н. Лукина<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>-РГГМУ, г. Санкт-Петербург, Россия, 17858805092@163.com, shilin@rshu.ru

<sup>2</sup>-ГосНИОРХ, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>-Университет Чжэцзянского океана, г. Чжоушань, КНР

Аннотация. Целью данного исследования было изучение одного из молекулярных механизмов иммунного ответа на вирусную инфекцию. В данном исследовании изучалась экспрессия некоторых генов большого желтого горбыля, одного из важнейших объектов аквакультуры в Китае, в ответ на заражение Вибрионом угря. Были получены данные об изменении уровня экспрессии генов в различных органах рыбы во время болезни. Результаты этого исследования могут быть использованы для разработки вакцины против вибриоза, способствующей уменьшению количества используемых лекарств, таких как антибиотики, которые наносят ущерб среде обитания рыб и, как следствие, здоровью человека.

Ключевые слова: молекулярные механизмы, большой желтый горбыль, аквакультура, экспрессия, вибриоз.

Быстрое развитие аквакультурной отрасли ведет к увеличению ряда экологических проблем, многие из которых связаны с интенсивным способом выращивания рыб. Это - проблемы сброса сточных вод, быстрого распространения болезней, а также использования антибиотиков и ряда химических веществ [1].

Разведение рыб в аквакультуре сопряжено с такими явлениями, как бактериальные и вирусные болезни. Эти факторы вызывают серьезные производственные проблемы [2, 3]. Для борьбы с болезнями культивируемых рыб требуется использование противомикробных препаратов [4, 5]. Антибиотики используются во всех аспектах аквакультуры, которые могут способствовать росту организмов, предотвращать и лечить заболевания [1]. Однако при этом возникает проблема загрязнения антибиотиками окружающей среды [6].

Вакцины, как высокоспецифичный способ защиты от заболеваний, являются эффективным средством предохранения окружающей среды и систем аквакультуры от перенасыщения антибиотиками [7]. Новые технологии борьбы с болезнями, основанные на вакцинации, используются для того, чтобы заменить широко распространенное использование антибиотиков, отрегулировать баланс микробной среды в аквакультуре, избежать воздействия остатков лекарственных препаратов и тяжелых металлов на здоровье человека и в конечном итоге защитить потребителей рыбной продукции.

Целью данного исследования являлось изучение одного из молекулярных механизмов иммунного ответа рыб на вирусную инфекцию. Изучалась экспрессия некоторых генов большого желтого горбыля, одного из важнейших объектов аквакультуры в Китае, в ответ на заражение вибрионом угря. Получены данные по изменению уровня экспрессии генов в различных органах рыбы по мере развития болезни. Результаты данного исследования могут быть использованы при разработке вакцины против вибриоза, поможет избежать применения в условиях аквакультуры большого количества лекарств, таких как антибиотики, которые наносят ущерб среде обитания рыб и, передаваясь по пищевым цепям, могут угрожать также здоровью человека.

### Литература

1. Zhao X., Dong X., Sun X., Peng J., Xing L., Guo M., Pan M., Wu M. Advances in the detection and control of antibiotic residues in aquaculture environments. M.: Journal of Food Safety & Quality, 2017.
2. Yu X., Wu C. Artificial fertilization and generating families for a selective breeding programme of large yellow croaker (*Larimichthys crocea*). M.: International Aquatic Research, 2017, С. 161-167.

3. *Huang W.* The technology of sea catching wild big yellow croakers. *Scientific fish farming*, 2015, С. 45-46.
4. *Alderman D.J., Hastings T.S.* Antibiotic use in aquaculture: development of antibiotic resistance – potential for consumer health risks. M.: *International Journal of Food Science & Technology*, 2003, С. 139-155.
5. *Wang X., Ma A.* Genetic parameters for resistance against *Vibrio anguillarum* in turbot *Scophthalmus maximus*. M.: *Journal of Fish Diseases*, 2019, С. 713-720.
6. *Cesare A.D., Luna G.M., Vignaroli C., Pasquaroli S., Tota S., Paroncini P., Biavasco F.* Aquaculture Can Promote the Presence and Spread of Antibiotic-Resistant Enterococci in Marine Sediments. M.: *Plos One*, 2013, С. e62838.
7. *Dong X., Li J., He J., Liu W., Jiang L., Ye Y., Wu C.* Anti-infective mannose receptor immune mechanism in large yellow croaker (*Larimichthys crocea*). // *Fish Shellfish Immunol*, 2016, No 54, С. 257-65. doi: 10.1016/j.fsi.2016.04.006.

### **Investigation of the mechanisms of the immune response to develop a new technology for protecting fish from infections in aquaculture**

**Dong Xiangl<sup>1,3</sup>, Sh. M. Borisovich<sup>1</sup>, J. N. Lukina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>-*Hydro-meteorological University, St. Petersburg, Russia, 17858805092@163.com, shilin@rshu.ru*

<sup>2</sup>-*State Research Institute Of Lake And River Fisheries, St. Petersburg, Russia*

<sup>3</sup>-*Zhejiang Ocean University, Zhoushan, PR China,*

Abstract. The aim of this study was to study one of the molecular mechanisms of the immune response to a viral infection. We studied the expression of some genes of the large yellow croaker, one of the most important aquaculture objects in China, in response to infection with eel vibrio. We obtained data on the change in the level of gene expression in various organs of the fish during disease. The results of this study can be useful to develop a vaccine against vibriosis to avoid a large number of drugs, such as antibiotics, which damage the fish habitat and, as a consequence, human health.

Key words: molecular mechanisms, large yellow croaker, aquaculture, expression, vibriosis.

**Плавни восточной части Финского залива:  
проективное покрытие биотопов водной растительностью**

**Жигульский В.А., Паничев В.В., Шуйский В.Ф., Чебыкина Е.Ю., Булышева М.М.**  
*ООО "Эко-Экспресс-Сервис", г. Санкт-Петербург, Россия, [ecoplus@ecoexp.ru](mailto:ecoplus@ecoexp.ru)*

Аннотация. Представлены результаты трёхлетних наблюдений сезонной динамики проективного покрытия водной растительностью прибрежных биотопов восточной части Финского залива для растительных сообществ разного возраста при различном уровне техногенного воздействия.

Ключевые слова: водные растительные сообщества, макрофиты, Финский залив, аэрофотосъемка, проективное покрытие

Научно-исследовательская программа "Плавни восточной части Финского залива" разработана, координируется и осуществляется эколого-проектной компанией "Эко-Экспресс-Сервис" с участием специалистов из ведущих научных организаций Санкт-Петербурга. Начиная с августа 2016 г., проводятся комплексные гидроэкологические наблюдения сезонной и межгодовой динамики на 16 эталонных участках, каждый площадью около 1 км<sup>2</sup>. Выбор участков был подчинен поиску всех реализуемых сочетаний значений следующих факторов:

- трёх градаций возраста растительных сообществ (сообщества, возникшие до начала строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС), в период строительства КЗС (1979-2011 гг.) и после завершения строительства – соответственно, обозначаемые как "старые", "средневозрастные" и "новые");

- и трёх градаций уровня воздействия гидротехнических работ на растительность: в зоне прямого влияния работ или их недавних последствий ("сильное"); "умеренное" (непрямое) и "фоновое" (соответствующее общему уровню фоновой антропогенной нагрузки на экосистемы).

Кроме того, все сочетания данных трёх градаций возраста сообществ и трёх градаций уровня воздействия изыскивались в двух вариантах – вдали от КЗС и около КЗС (итого 18 теоретически возможных сочетаний факторных градаций, 16 из которых оказались натурно реализованными и были представлены соответствующими эталонными участками).

Комплексный экологический мониторинг выделенных эталонных участков ведётся трёхкратно за вегетационный сезон по единой программе, включающей все ключевые характеристики зарослей, определяющие степень их ценности: гидролого-гидрохимические, фитоценологические, орнитологические, ихтиологические, гидробиологические и т.д. С применением квадрокоптера ведётся также количественный учёт плавней разного возраста и состава, определяется занимаемая ими площадь, отслеживаются их сезонные изменения (на участках площадью более 35 км<sup>2</sup>). При дешифрировании результатов аэрофотосъёмки определяются площади проективного покрытия биотопов: для водной растительности в целом; для погруженной и полупогруженной растительности по отдельности; а также избирательно для доминирующих видов растений. В таблице 1 приведены средние и максимальные зарегистрированные величины проективного покрытия эталонных участков водной растительности (РС (projective cover), %) разного возраста при различных уровнях техногенной нагрузки.

Таблица 1 – Средние и максимальные значения проективного покрытия (РС, %)

| Градации воздействия: | Градации возраста растительного сообщества: |                    |             |
|-----------------------|---|--------------------|-------------|
|                       | "старые"                                    | "средневозрастные" | "новые"     |
| "фоновое"             | 56,6 (64,2)                                 | 54,2 (65,3)        | 4,7 (14,4)  |
|                       | 54,0 (61,7)                                 | 52,1 (64,3)        | 2,1 (3,2)   |
| "умеренное"           | 64,3 (98,2)                                 | 33,9 (72,6)        | 21,4 (42,3) |
|                       | 49,9 (82,3)                                 | 26,8 (49,1)        | 16,5 (29,9) |
| "сильное"             | 60,5 (76,8)                                 | 33,3 (47,4)        | 13,6 (38,0) |
|                       | 55,4 (71,2)                                 | 29,2 (41,5)        | 7,1 (14,4)  |

Примечание: указаны средние и, в скобках, максимальные значения проективного покрытия за весь период наблюдений; в числителе – значения для всей водной растительности (включая погруженную), в знаменателе – без учёта погруженной.

В таблице 2 представлены соответствующие величины диапазонов изменений проективного покрытия, соотнесённых с его средними значениями за весь период наблюдений ( $\frac{\Delta PC}{PC}$ , %) (сезонная и межгодовая вариабельность).

Таблица 2 – Относительные диапазоны изменений проективного покрытия ( $\frac{\Delta PC}{PC}$ , %) за период наблюдений

| Градации воздействия: | Градации возраста растительного сообщества: |                    |         |
|-----------------------|---|--------------------|---------|
|                       | "старые"                                    | "средневозрастные" | "новые" |
| "фоновое"             | 35  | 43                 | 258     |
| "умеренное"           | 52  | 87                 | 102     |
| "сильное"             | 44  | 77                 | 224     |

Данные таблицы 1 показывают, что "старые" заросли характеризуются наибольшим проективным покрытием поверхностей воды и грунта. Следует отметить также их неожиданно высокую устойчивость техногенному воздействию, за исключением прямого механического уничтожения: видно, что показатели покрытия растительностью биотопов практически не зависят от уровня нагрузки. "Средневозрастные" заросли при незначительном ("фоновом") уровне техногенного воздействия сопоставимы со "старыми" по величине проективного покрытия, однако при "умеренном" и "сильном" воздействии заметно уступают "старым". У "новых" сообществ проективное покрытие минимально.

При этом сезонная и межгодовая вариабельность проективного покрытия  $\frac{\Delta PC}{PC}$  (табл. 2) у "старых" сообществ минимальна, у "новых" – максимальна (размах колебаний покрытия даже превышает его средние значения), у "средневозрастных" – занимает промежуточное положение.

В основном, "старые" заросли наиболее сложно структурированы и характеризуются наибольшим видовым разнообразием. Они самые плотные и стабильные, так как уже заняли весь подходящий им биотоп, и дальнейшая их экспансия затруднена. "Средневозрастные" – более просты и динамичны. Они менее плотны, изобилуют лагунами, продолжают постепенно уплотняться и расширяться. "Новые" сообщества – просты, одноярусны, заняли пока малую часть биотопа, не лимитированы пространственными ресурсами и активно разрастаются.

В целом, результаты выполнения нашей программы показывают, что заросли, возникшие во время строительства КЗС, по своим фитоценологическим характеристикам и по основным экосистемным функциям (нерест и нагул фитофильных видов рыб, миграционные стоянки и гнездование водоплавающих и околоводных птиц, регулирование качества абиотической среды и др.) уже мало уступают более "старым" зарослям, а по некоторым показателям – даже лидируют. Видовое богатство, разнообразие и показатели обилия "новых" зарослей, возникших после создания КЗС, ещё не столь велики, их экологическая роль также пока менее существенна. Однако, судя по высокой динамичности их развития и по состоянию "средневозрастных" зарослей, "новые" заросли также имеют большой потенциал и составляют полноценный, перспективный резерв плавней восточной части Финского залива.

Работа выполняется в рамках проекта "Get ready" Программы приграничного сотрудничества «Россия — Юго-Восточная Финляндия», реализуемого по гранту Европейского союза, Республики Финляндии и Российской Федерации (проект № KS1529 GET READY).

### **Macrophyte thicket ecosystems in the Eastern Gulf of Finland: biotopes' projective cover by aquatic vegetation**

**V. Zhigulsky, V. Panichev, E. Chebykina, V. Shuisky, M. Bulysheva**  
*"Eco-Express-Service" LLC, St. Petersburg, Russia, ecoplus@ecoexp.ru*

Abstract. Three-year observations' results of projective cover seasonal dynamics by aquatic vegetation of coastal biotopes in the Eastern Gulf of Finland are presented for plant communities of different age and different level of anthropogenic impact.

Keywords: aquatic vegetation communities, macrophyte thicket ecosystems, the Gulf of Finland, aerial survey, projective cover.

## **Влияние климатических изменений в дальневосточных морях на морские экосистемы и промысловые ресурсы**

**Зуенко Ю.И.**

*Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО)  
Владивосток, Россия, zuenko\_yury@hotmail.com*

Аннотация. Во всех дальневосточных морях России происходят изменения в сторону потепления климата. Под их воздействием происходит перестройка субарктических морских экосистем в сторону уменьшения продуктивности, при увеличении эффективности их функционирования.

Ключевые слова: изменение климата, рост температуры воды, ослабление конвекции, усиление стратификации, перестройка циркуляции вод, морские биологические ресурсы

Рассмотрены основные черты изменений океанологических условий климатического масштаба, происходящих в дальневосточных морях России в последние десятилетия, и их последствия для морских экосистем. Во всех морях изменения происходят в сторону потепления. Механизмы, обеспечивающие рост температуры воды, связаны с крупномасштабной перестройкой атмосферной циркуляции. Следствием усиления Гавайского антициклона стало изменение траекторий циклонов на более меридиональные, что оказывает отепляющее воздействие на Берингово и Охотское моря. Для Японского моря более важно ослабление Сибирского антициклона и соответственно зимнего муссона, что обеспечивает меньшее выхолаживание зимой. Последствия таких изменений показаны на нескольких конкретных примерах.

Явным проявлением потепления является рост температуры воды во всех слоях, во все сезоны, а в зимний период – уменьшение ледовитости. Изменения температуры могут влиять на жизнедеятельность морских обитателей напрямую – при повышенной температуре все физиологические процессы ускоряются, в частности опасные стадии раннего онтогенеза рыб и беспозвоночных укорачиваются, в результате чего смертность организмов в раннем онтогенезе уменьшается. На практике этот положительный эффект потепления удалось зафиксировать лишь для некоторых видов планктона, например для копепод *Neocalanus plumchrus*, размножающихся в промежуточном слое Японского моря, личинок гребешка в прибрежных водах Приморья, а для динамики численности большинства видов рыб этот фактор не является первостепенным.

В районах, находящихся вблизи границ биогеографических зон, рост температуры, особенно летом, позволяет тепловодным видам расширить свой нагульный ареал. Так например, субтропические виды рыб, в том числе промысловые (лакедра, фугу, гипероглиф) стали массово появляться у берегов Приморья. Этот эффект имеет локальный характер, тем не менее, рост видового разнообразия на южной периферии субарктической зоны повлиял на отдельные популяции промысловых рыб, в частности на приморскую и корейскую популяции минтая – и это влияние оказалось негативным, вплоть до прекращения южнокорейского промысла минтая.

Более масштабные изменения связаны с таким важным режимобразующим процессом, как конвекция. Потепление зим ведёт к ослаблению конвекции и соответственно вентиляции глубинных слоёв моря. В результате, в зависимости от глубины конвекции происходит снижение содержания растворённого кислорода в придонном слое (Японское море), либо в промежуточном слое (Охотское море), а также уменьшение размеров пятен холодных донных вод на шельфах всех трёх морей и уменьшение плотности донных шельфовых вод. Глубинная гипоксия пока мало сказывается на биологических ресурсах дальневосточных морей, поскольку основные промысловые виды обитают в верхних слоях моря, но уже есть признаки перераспределения палтусов в Охотском море на меньшие глубины. Эффект уменьшения пятен донных шельфовых вод более заметен, особенно в Беринговом море, где он приводит к перестройке летней циркуляции вод на шельфе. Так, после наиболее тёплой зимы 2017-2018 г., практически исчезло Наваринское течение, несущее тёплые и солёные тихоокеанские воды через Анадырский залив в

Берингов пролив, зато более мощный поток на север развился вдоль восточноберингоморского шельфа – такие радикальные изменения циркуляции вод привели к перестройке путей нагульных миграций рыб, в том числе важнейшего промыслового вида – минтая.

Другим важным следствием ослабления конвекции является уменьшение оборота биогенных элементов и соответственно снижение продуктивности, что проявляется как уменьшение концентраций фитопланктона в период весеннего «цветения». Вслед за уменьшением запасов первичных продуцентов, в Охотском и Японском морях отмечено и сокращение ресурсов массовых фитофагов, прежде всего копепод. Однако на более высоких трофических уровнях в целом такая тенденция не наблюдается, что очевидно свидетельствует об избыточности первичного продуцирования в дальневосточных морях. Дальневосточные моря России расположены в основном в субарктическом (умеренном) климатическом поясе, которому свойственна резкая сезонная цикличность. Первичное продуцирование также подвержено резкой сезонной неравномерности, что снижает эффективность утилизации первичной продукции. Наблюдаемое ослабление весеннего «цветения» – напротив, уменьшает сезонную неравномерность и следовательно повышает эффективность функционирования экосистемы.

Вне относительно непродолжительных периодов весеннего и осеннего «цветения» первичное продуцирование значительно слабее и обеспечивается поступлением биогенов через сезонный пикноклин, в основном при турбулентном перемешивании. При усилении прогрева поверхностного слоя этот поток также ослабевает, поэтому летние концентрации биогенных элементов в эвфотическом слое моря также имеют тенденцию к снижению, как показано на пример зал. Петра Великого (Японское море), что существенно для прибрежных районах. Но функционирование прибрежных экосистем в значительной степени зависит также от водо- и ионообмена с сушей и открытым морем, который определяется режимом ветра и осадков. В условиях муссонного климата Дальнего Востока тенденции климатического масштаба в изменениях материкового стока и кросс-шельфового водообмена могут различаться в зависимости от района и даже от положения конкретного участка береговой черты относительно преобладающих ветров и поэтому происходят разнонаправлено. В итоге на фоне сильной межгодовой изменчивости явно выраженной тенденции в состоянии прибрежной экосистемы зал. Петра Великого не наблюдается, как и других.

Для воспроизводства некоторых массовых видов имеет значение не общий фон термических или кормовых условий, а точное совпадении сроков массового нереста со сроками весеннего «цветения». Поскольку сроки «цветения» довольно устойчивы, во всяком случае не имеют явно выраженной тенденции в условиях изменения климата, то успешность воспроизводства таких видов определяется сроками нереста. К примеру, для зимненерестующей наваги смещение нереста в условиях потепления на более ранние сроки оказалось неблагоприятным. Напротив, массовый нерест весенненерестующий сардины-иваси может проходить и позже, и раньше оптимальных сроков, поэтому однонаправленного влияния изменений климата на воспроизводство этого вида не выявлено – «вспышка» численности сардины может возникнуть при совпадении благоприятных условий и в холодные, и в тёплые климатические периоды.

В целом, обобщая приведённые примеры и другие факты, можно отметить, что в условиях изменения климата в сторону потепления перестройка субарктических морских экосистем происходит в направлении уменьшения продуктивности, при увеличении эффективности их функционирования. Поскольку промыслом эксплуатируются в основном верхние трофические уровни экосистем, такие изменения в целом благоприятны для промысловых ресурсов, но могут быть неблагоприятны для конкретных видов или популяций.

## **Impacts of climate change in the Far-Eastern Seas on marine ecosystems and fishery resources**

**Zuenko Y.I.**

*Pacific branch of the Russian Res. Inst. of Fisheries and Oceanography (TINRO)  
Vladivostok, Russia, zuenko\_yury@hotmail.com*

Abstract. Climate changes toward warming are observed in all Far-Eastern Seas of Russia that causes a reconstruction of marine ecosystems in the Subarctic waters toward lower productivity but higher efficiency of their functioning. These changes are generally favorable for fishery resources.

Keywords: climate change, warming, convection weakening, stratification strengthening, reconstruction of water circulation, marine biological resources

## **Анализ состояния почвенно-растительного покрова в районе Бованенковского месторождения**

**Иванова К.В.1, Кустикова М.А.2**

*1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, РФ, smilek.11@mail.ru*

*2 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, РФ, marinakustikova@mail.ru*

Аннотация. Изучены почвы в районе Бованенковского месторождения. Выявлено разнообразие существующих видов почв и определены географические особенности процессов почвообразования. Сделаны выводы о площадях и уровнях нарушений почвенно-растительного покрова.

Ключевые слова: почвы, почвенный покров, Бованенковское месторождение, полуостров Ямала, нарушенность земель

Полуостров Ямал является одним из основных нефтегазовых регионов Российской Федерации, а Бованенковская одна из трех крупнейших промышленных зон региона, включающая три главных месторождений: Бованенковское, Харасавейское и Крузенштерское. В связи с интенсивным промышленным освоением арктических территорий региона с 90-х годов, в настоящее время широко распространены экологические исследования компонентов окружающей среды. Почвенно-растительного покрову уделяется значительное внимание, так как арктические экосистемы крайне уязвимы к антропогенному влиянию, процессы восстановления проходят медленно и почвы являются депонирующей средой[1]. Актуальность темы связана с тем, что территория Бованенковского месторождения находится в зоне сплошного распространения многолетней мерзлоты, промышленное освоение приводит к появлению негативных процессов, таких как загрязнение окружающей среды, деградация растительности и почвенного покрова, изменение глубины сезонно-талого слоя и увеличении эмиссии метана в условиях меняющегося климата.

Территория Бованенковского месторождения находится в 40 км от Карского моря и в пределах пойм рек Надуйяха, Сеяха и Мордыяха. Почвенный покров рассматриваемой территории по генезису можно разделить на две крупные группы: почвы водоразделов и почвы речных долин. Разнообразие условий почвообразования на водоразделах выражается формированием разных типов почв, таких как глееземы, криоземы и торфяно-глееземы[2].

Исследуемая территория представлена низинными полого-холмистыми равнинами, мощность мерзлоты здесь составляет около 300-400 м. На водораздельных территориях доминируют породы тяжелого гранулометрического состава (суглинки и глины)[5]. Особенности процессов почвообразования являются неблагоприятные климатические условия, равнинность территории, переувлажнение. Основные почвообразовательные процессами, определяющие свойства почв являются: оглеение криотурбация, подстилкообразование. Из-за особенностей почвообразования в верхних органогенных горизонтах почв (О,Т) происходит аккумуляция и консервация органического вещества, в нижележащих горизонтах (B<sub>g</sub>,G), содержание органического углерода не превышает 1,6%, кроме единичных случаев, когда количество углерода может достигать 3,4%[4]. Исследуемые почвы характеризуются сильно-кислой и кислой средой, минеральные горизонты содержат низкие концентрации азота и фосфора. Мощность сезонно-талого слоя 25-30 см, на песчаных легких почвах наблюдается более сильное прогревание почв, где мощность слоя оттаивания может достигать 140 см[6]. Растительность данной территории представлена мхами и лишайниками. Небольшие по площади водораздельные увалы представлены бугорковатыми кустарничково-моховыми и кустарничково-мохово-лишайниковыми тундрами, на пологих водоразделах преобладают низко- и редкокустарниковые моховые тундры с доминированием в кустарниковом ярусе ивы и меньшим участием ерника.

Состояние почвенно-растительного покрова в районе Бованенковского месторождения оценивается визуально по флористическому разнообразию и состоянию почвенного и

растительного покровов. Ненарушенные растительные сообщества встречаются на 40% исследуемой территории и представляют собой флористически полноценные сообщества без признаков антропогенного влияния. Слабонарушенные растительные сообщества представлены с сокращенным числом характерных видов и занимают примерно 20%, так же на данных территориях присутствуют территории с высокой степенью захламления отходами. Средненарушенные участки представляют собой сообщества с замещенными фитоценозами и слабыми признаками восстановительных процессов растительных сообществ, составляют 25%, на данных участках наблюдается высокая степень захламления отходами потребления и производства. Около 5% занимают сильнонарушенные растительные сообщества, на которых признаки самовосстановления характерного растительного покрова крайне незначительные. На техногенных и разрешенных территориях наблюдается полное уничтожение или погребение почвенно-растительного покрова, образуются техногенные пустоши, идет частичное восстановление с появлением рудеральной флоры.

Таким образом, анализ состояния почвенно-растительного покрова на Бованенковского месторождения показал сильную степень деградации, на более чем 15 % территории происходит отмирание характерных видов и незначительное восстановление синантропных и рудеральных видов, образующих нетипичные тундровые растительные сообщества [3]. При планировании проведения рекультивационных работ особое внимание необходимо уделить участкам с сильнонарушенными и разрушенными растительным сообществами, на которых происходит необратимые процессы, связанные с деградацией и гибелью естественных природных экосистем.

#### Литература

1. Алексеев И.И., Абакумов Е.В., Шамилишвили Г.А., Лодыгин Е.Д. Содержание тяжелых металлов, мышьяка и углеводов в почвах населённых пунктов Ямало-Ненецкого автономного округа // Гигиена и санитария, 2016 №95(9). С. 818–821.
2. Галямов А.А. Экологические проблемы восстановления нарушенных земель на полуострове Ямал // А. А. Галямов, Л. Н. Скипин, А. В. Кирилов // Перспективы инновационного развития АПК : сб. материалов междунар. научно-практ. конф., посвящ. 420-летию земледелия Зауралья.– Тюмень : ТГСХА. – 2010. – С. 199 – 204.
3. Кутышева И.Н. Разработка технологических решений по охране и защите земель нефтегазового комплекса в условиях многолетней мерзлоты //Вестник СГУГиТ.-2016.-Вып.3(23).- С.40-47.
4. Московченко Д.В. Особенности многолетней динамики растительности Бованенковского месторождения (полуостров Ямал) / Вестник ТюмГУ. Экология и природопользование,2013. №12. С.57– 66
5. Отчёт «Результаты локального экологического мониторинга территории Бованенковского лицензионного участка ООО «Газпром добыча Надым» за 2018 год» // ООО «Газпром Добыча Надым», 2019
6. Опекунов А. Ю., Опекунова М. Г., Кукушкин С.Ю., Широков М.Ю. Оценка загрязнения почв отходами буровых работ на территории ЯНАО // Сборник публикации конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» Краснодар, Кубанский госагроуниверситет, 2015

## **Analysis of the state of soil and vegetation cover in the area of the Bovanenkovsky oilfield**

**Ivanova K. V.<sup>1</sup>, Kustikova M. A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *ITMO University, Saint Petersburg, Russia, smilek.11@mail.ru*

<sup>2</sup> – *ITMO University, Saint Petersburg, Russia, marinakustikova@mail.ru*

The soils in the area of the Bovanenkovskoye oil field were studied. The variety of existing types of soils is revealed and geographical features of soil formation processes are determined. Conclusions are made about the areas and levels of violations of the soil and vegetation cover.

Keywords: soils, soil cover, Bovanenkovskoye field, Yamal Peninsula, land disturbance

## Картирование зон береговой эрозии реки Вуоксы и перспективы мониторинга изменения берегов с применением ГИС технологий

Иванова Т.А.<sup>1</sup>, Кустикова М.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, [ivanova.baltic@gmail.com](mailto:ivanova.baltic@gmail.com)

<sup>2</sup> – Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Проведены обследование берегов 50 км реки Вуоксы в районе Светогорской ГЭС и Лесогорской ГЭС и картирование участков береговой эрозии. Рассмотрены актуальность и перспективы мониторинга изменения берегов с применением ГИС технологий.

Ключевые слова: ГИС, береговая эрозия, река Вуокса, влияние гидроэлектростанций.

Река Вуокса – самая крупная река Карельского перешейка, общей протяженностью 156 км (из них по России-143 км), вытекает из оз. Сайма на финской стороне, и впадает в Ладожское озеро на российской территории. Перепад высот от истока до устья Вуоксы составляет 72 метра. На реке сооружены четыре ГЭС, две из которых расположены в России – Светогорская ГЭС и Лесогорская ГЭС. Сооружение плотин оказало существенное влияние на водообмен, а также на биологическое разнообразие в реке и прибрежных районах. Совместная Российско-Финляндская комиссия по использованию пограничных вод [3] несколько раз поднимала вопрос о начале изучения влияния гидротехнических сооружений и регулирования стока воды на биоту реки Вуоксы. Невско-Ладожское бассейновое водное управление проводит мониторинг береговой эрозии, отчеты по оценке состояния дна, берегов и водоохранных зон реки Вуоксы публикуются в ежегодных сборниках Состояния окружающей среды в Ленинградской области Комитетом по природным ресурсам Ленинградской области [4]. В сборнике 2018 г. отмечаются эрозионные процессы и смещение коренного берега в контрольных точках в ходе обследований 2015, 2017 и 2018 гг. Существуют Правила регулирования оз. Сайма и р. Вуокса, которые закреплены в Межправительственном соглашении от 26 октября 1989 года, включающие правила попусков воды из оз. Сайма для поддержания нормального уровня воды в оз. Сайма и расхода воды в р. Вуоксе [2]. Тем не менее, наблюдаются резкие перепады среднесуточного уровня воды, которые могут вызывать ускоренное разрушение берегов и негативное влияние на рыбные ресурсы и жизнедеятельность местных жителей. Разрушение берегов также вызывает засорение реки древесной растительностью, нанесение вреда причалам и другим гидротехническим сооружениями. Осушение берегов во время спада уровня воды вызывает осушение нерестилищ разных видов рыб и мест произрастания прибрежно-водной растительности.

В августе 2020 г. были проведены натурные наблюдения для картирования и фотосъемки участков берегов реки Вуоксы с осыпями и обвалами. Наблюдения были проведены на участке реки от Светогорской ГЭС до о. Извилистый. Общая длина пройденного на лодке маршрута вдоль берега реки Вуоксы составила около 50 км. Отмечено 30 участков береговой эрозии общей протяженностью около 6 км. Длина участков варьировала от 5 до 600 м. Основная концентрация зон с обвалами и осыпями берега находится на участке между Светогорской ГЭС и Лесогорской ГЭС. Это объясняется морфологией русла реки и наличием гидроэлектростанций, которые создают во время попусков сильный перепад уровня воды в реке в течение суток. По сообщениям местных жителей, падение уровня воды за несколько часов может достигать 3 м. Также наблюдалось большое количество деревьев, упавших в этом году в реку в местах обвалов, о чём свидетельствовали еще зеленые листья на них.

Перед полевым выездом были проанализированы спутниковые снимки со спутника Sentinel-2 для дальнейшей верификации эрозионных береговых зон. Только крупные обнажения берега были отражены на снимках, и позже подтверждены в ходе натурных наблюдений. На основе полученных данных создан линейный векторный слой участков разрушения берегов реки Вуоксы с атрибутивными данными по степени деградации и привязкой фотоснимков отдельных участков. Слой может быть использован для формирования базы пространственных данных, составления

карты районирования береговой линии реки Вуоксы, дальнейшего мониторинга и отслеживания закономерностей эрозионных процессов. Работы являются актуальными также в связи с необходимостью анализа влияния потенциальных климатических изменений на русловые процессы и с разработкой берегозащитных мероприятий. Являются перспективными последующие исследования с использованием БПЛА и данных дистанционного зондирования Земли для наблюдения за изменениями берегов и представления данных в картографическом виде [1]. В первую очередь необходимо оценить степень влияния на эрозию берегов суточного регулирования попусков воды на всём каскаде Вуоксинских ГЭС и рассмотрение вопроса на международном уровне.

### Литература

1. А. Е. Косолапов, Г. И. Скрипка, Л. А. Беспалова, О. В. Ивлиева, А. А. Филатов Исследование морфологических и морфометрических особенностей берегов Цимлянского водохранилища с использованием беспилотных летательных аппаратов и ГИС-технологий [Электрон. ресурс] // Аридные экосистемы. 2018. №3 (76). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-morfologicheskikh-i-morfometrisheskih-osobennostey-beregov-tsimlyanskogo-vodohranilisha-s-ispolzovaniem-bespilotnyh> (дата обращения: 22.09.2020).
2. Соглашение между Правительством СССР и Правительством Финляндской Республики относительно правил регулирования озера Сайма и реки Вуокса от 26 октября 1989 г. [Электрон. ресурс] URL: [http://rajavesistokomissio.fi/materiaali/saimaa\\_ja\\_vuoksi.pdf](http://rajavesistokomissio.fi/materiaali/saimaa_ja_vuoksi.pdf) (дата обращения: 22.09.2020).
3. Соглашение между Союзом Советских Социалистических Республик и Финляндской Республикой о пограничных водных системах было подписано (1964 г.). [Электрон. ресурс] URL: <http://rajavesistokomissio.fi/materiaali/finljandija.pdf> (дата обращения: 22.09.2020).
4. Состояние окружающей среды в Ленинградской области – СПб., 2019. – С. 169-170. [Электрон. ресурс] URL: [https://nature.lenobl.ru/media/uploads/userfiles/2019/10/14/Сборник\\_27.09.2019.pdf](https://nature.lenobl.ru/media/uploads/userfiles/2019/10/14/Сборник_27.09.2019.pdf) (дата обращения: 22.09.2020).

### Mapping of riverbank erosion areas on the river Vuoksi and prospects of monitoring of shoreline changes using GIS technologies

Ivanova T.A.<sup>1</sup>, Kustikova M.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – ITMO University, St. Petersburg, Russian Federation, [ivanova.baltic@gmail.com](mailto:ivanova.baltic@gmail.com)

<sup>2</sup> – ITMO University, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. Areas of riverbanks erosion were studied and mapped along 50 km of the river Vuoksi close to Svetogorsk and Lesogorsk HPP. The relevance and prospects of monitoring of shoreline changes using GIS technologies are considered.

Key words: GIS, riverbank erosion, the river Vuoksi, hydropeaking, hydropower plant impact.

## **Использование ГИС технологий в природоохранных целях (на примере болотных экосистем Южно-Уральского региона)**

**Ивченко Т. Г., Макарова М.А.**

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, e-mail:  
Tivchenko@binran.ru, MMakarova@binran.ru*

Аннотация. На основе ГИС технологий выявлены и охарактеризованы различные типы пространственных структур болотных экосистем Южно-Уральского региона (в пределах Челябинской области). Выявлены местоположения уникальных растительных сообществ болот, нуждающихся в охране.

Ключевые слова: ГИС, Урал, болотные экосистемы

Челябинская область (Южный Урал) одна из самых неблагоприятных территорий в плане экологической обстановки не только в Уральском регионе, но и в РФ. Крупные промышленные предприятия, особенно черной и цветной металлургии, высокая плотность населения на ограниченной территории, сплошная распашка земель для сельскохозяйственных нужд в лесостепной и степной зоне способствовали преобразованию природной среды области. Задача сохранения природных ресурсов, биологического разнообразия животного и растительного мира данной территории давно приобрела свою актуальность и остается таковой на настоящий момент.

Влияние человека на болота заключается не только в прямом уничтожении последних путем добычи торфа и мелиорации, но может проявляться и косвенно, когда экосистемы болот продолжают функционировать в присутствии их ритме, но внешний их облик и темпы торфонакопления меняются. Основными видами антропогенного влияния на болотные экосистемы, по мнению М.С. Боч и В. В. Мазинга (1981), являются: частичная мелиорация, не приводящая к полному уничтожению болота и превращению его в сельскохозяйственные угодья или лес, пожары, евтрофикация, вытаптывание, строительство различного рода сооружений и пастьба скота. При этом, болота являются резервуарами чистой пресной воды, играют важную роль в питании рек, в регуляции их годового стока, выступают как естественные фильтры очистки загрязненных атмосферных осадков. Они аккумулируют атмосферный углерод в торфяной залежи. Важной биосферной функцией болот также является поддержание биологического разнообразия территорий (Joosten, Clarke, 2002; Mires and peatlands of Europe., 2017). Геоинформационные системы используются для решения комплексных задач при изучении болотных экосистем в их число входят природоохранные вопросы, например мониторинг экологического состояния речных водосборов, что особенно актуально в промышленно развитых регионах.

В рамках проекта применяются дистанционно-наземные методы. Базы данных болотных описаний представлены в формате ГИС и используются как эталонные участки при дешифрировании серии разносезонных космических снимков с целью выявления диагностических признаков, дифференциации типов сообществ болотных экосистем.

Обработка и интерпретация картографических материалов и данных дистанционного зондирования (Landsat-8, Sentinel-2) проводилась в ArcGIS 10.4.

Полученные на настоящий момент сведения о растительном покрове болот позволили дать экспертную оценку природоохранной значимости сообществ болотных экосистем Южно-Уральского региона. Пространственная неоднородность разных типов болот выявлена дистанционно-наземными способами. При помощи ГИС технологий составлены крупномасштабные геоботанические карты, представлено распределение и связь с факторами внешней среды. При этом было показано, что не все болотные массивы с редкими растительными сообществами охвачены природоохранной сетью.

Так, Атинское болото (54°46'05,2" с.ш. 57°31'56,0" в.д.), расположенное поблизости от границ Серпиевского государственного природного комплексного заказника, не включено в природоохранную территорию, несмотря на то, что здесь произрастают сообщества ассоциаций

*Trichophorum cespitosum–Sphagnum majus, Carex limosa–Sphagnum majus, Empetrum hermaphroditum–Sphagnum fuscum*, относенные нами к наивысшей категорией охраны и слабой ее обеспеченностью. Болота долины р. Ай в ее верхнем течении, как и массивы водосборного бассейна верхнего течения р. Уфа, представляющие собой местообитания крайне редких для региона видов растений и растительных сообществ, не представлены в системе ООПТ. Следует включить в систему ООПТ ряд болотных массивов, центральные части которых представлены осоково-гипновыми сообществами богатого грунтового питания. Особую ценность для региона как местообитания бореальных видов представляют сосново-кустарничково-сфагновые массивы лесостепи Западно-Сибирской низменности (рямы). На настоящий момент природоохранный статус имеет только один массив этого типа «Васильевский бор» (55°26'28,5" с.ш. 62°03'14,3" в.д.). В 2010 году пожаром был уничтожен значительный участок этого и без того небольшого болота (Ивченко, 2011, 2013).

Таким образом, природоохранная сеть региона создавалась без учета представленности в ней разных типов болот и, как следствие, она не охватывает всего их разнообразия. Авторы выражают надежду, что использование ГИС технологий позволит наглядно показать масштабы данной проблемы и исправить ситуацию с природоохранным статусом ряда редких растительных сообществ болотных экосистем Южно-Уральского региона.

Работы выполнены по гранту РФФИ № 19-05-00830 А «Сфагновые верховые болота Южноуральского региона в системе ботанико-географического районирования».

#### Литература:

1. Боч М.С., Мазинг В.В. Некоторые итоги, перспективы охраны и рационального использования болот в СССР // Антропогенные изменения, охрана растительности болот и прилегающих территорий. Минск, 1981. С. 12-19.
2. Ивченко Т.Г. Степень изученности и задачи охраны разнообразия болотных экосистем Челябинской области // Вестник Челябинского государственного университета. Сер. Экология и Природопользование. № 5. Челябинск, 2011. С. 90-94.
3. Ивченко Т.Г. Выпуклые верховые суббореальные болота лесостепной зоны Западной Сибири на границе ареала (Челябинская область) // Ботан. журн. 2013. Т. 98. № 7. С. 885 - 902.
4. Joosten H., Clarke D. Wise use of mires and - background and principles including a framework for decision-making. Greifswald, International Mire Conservation Group and International Peat Society. Saarijarvi, 2002. 304 p.
5. Mires and peatlands of Europe: Status, distribution and conservation (ed. by Hans Joosten, Franziska Tanneberger, Asbjorn Moen). Schweizerbart Science Publishers, 2017. 780 p.

### **GIS technologies using for the nature protection (bog ecosystems of the Southern Ural region)**

**Ivchenko T. G., Makarova M.A.**

*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg, Russia, e-mail:  
 TIvchenko@binran.ru, MMakarova@binran.ru*

Abstract. Based on GIS technologies, various types of spatial structures of swamp ecosystems of the Western spurs of the main ridge of the Southern Urals are identified and characterized. The locations of unique swamps that need protection are identified.

Keywords: GIS, Ural, mire ecosystems

## Фитопланктон озера Долгое в весенне-летний период 2019 года (Псковская область)

Кек И.В., Дрозденко Т.В.

Псковский Государственный Университет, Псков, Россия, FedorovaIrina1996@yandex.ru

Аннотация. Представлен таксономический состав фитопланктона озера Долгое в весенне-летний период 2019 г. Показаны доминирующие виды фитопланктонного сообщества и дана эколого-географическая характеристика микроводорослей.

Ключевые слова: фитопланктон, видовой состав, эколого-географический анализ, озеро Долгое.

Возрастающее антропогенное воздействие на окружающую среду приобретает глобальный характер, что, в свою очередь, оказывает влияние на экологическое состояние водоемов. Все изменения в озерных экосистемах, в первую очередь, отражаются на сообществах автотрофных организмов (Трифенова, 1990). Фитопланктон – важный компонент водных экосистем, первичный продуцент органического вещества, а также первое звено трофической цепи. Планктонные водоросли наиболее остро реагируют на изменения условий окружающей среды, что широко используется при проведении экологической оценки состояния водных объектов (Макрушин, 1974).

Озёрно-речная сеть Струго-Красненского района относится к бассейновому округу Балтийского моря и включает порядка 226 озёр. В южной части района находится малое (площадь 15 га) непроточное озеро Долгое. В последнее время наблюдается тенденция зарастания озера макрофитами (Ефимов, Фёдоров, 2015). Часть прибрежной территории оз. Долгое занимает сосняк чернично-зеленомошный, древесный ярус которого в последние годы подвергается вырубке. Известно, что вырубка лесов ведет к изменению водного режима, увеличению поверхностного стока, заболачиванию территорий, изменению флоры и фауны (Рогозин, Картамышева, 2017).

Цель работы – оценить видовой состав и экологические особенности планктонных водорослей озера Долгое в вегетационный период 2019 г.

Исследования проводили в апреле и июле 2019 г. в оз. Долгое на пяти станциях. Отбор проб и их обработка велись стандартными методами (Садчиков, 2003). Доминирующими считали виды, численность которых превышала 10 % от общей численности водорослей. Экологические данные водорослей брали из ряда монографий (Барина и др., 2006, Судницына, 2012).

За весь период исследования обнаружено 136 видовых и внутривидовых таксонов микроводорослей из 9 систематических групп. Самым многочисленным был отдел Chlorophyta, где отмечалось 43 таксона фитопланктона (31,6 % от общего числа). Вторым по видовому богатству был отдел Bacillariophyta – 36 таксонов (26,5 %). На третьем месте находился отдел Cyanobacteria – 19 таксонов (13,9 %). Остальные систематические группы существенный вклад в видовое богатство не вносили: Chrysophyceae и Dinzoa – по 7,4 %, Euglenozoa – 5,1 %, Charophyta – 4,4 %, Cryptophyta – 3,0 %. Класс Xanthophyceae был представлен всего одним видом – *Isthmochloron trispinatum* (West & G.S.West) Skuja (0,7 %). Таким образом, альгофлора оз. Долгое характеризовалась как цианобактериально-диатомово-хлорофитовая.

Весной 2019 г. в альгофлоре выявлено 99 видовых и внутривидовых таксонов водорослей, среди которых лидировали представители отдела Bacillariophyta – 39 таксонов (28,3 %). В летний период выявлено 95 таксонов фитопланктона с превалированием Chlorophyta – 39 видов (41,1 %). На третьем месте в оба сезона 2019 г. находился отдел Cyanobacteria (рис. 1).

В весенний сезон в альгофлоре оз. Долгое среди доминантов по численности отмечены цианобактерии *Aphanocapsa delicatissima* W. et G. S. West, *A. holsatica* (Leem.) Cronb. et Kom, *Snowella rosea* (Snow.) Elenk. и зеленые водоросли *Chlamydomonas globosa* Snow. и *Tetrastrum triangulare* (Chod.) Kom. Летом по численности во всех пробах доминировала цианобактерия *Merismopedia minima* Beck. (от 86 % до 93 %).

Эколого-географический анализ фитопланктона показал, что большинство видов относилось к космополитам (60,3 %). Далее следовали бореальные (5,1 %) и голарктические виды (3,0 %). Единично отмечены аркто-альпийский, арктический и циркумбореальный виды. Около 30,0 % организмов данных по распространению не имело.

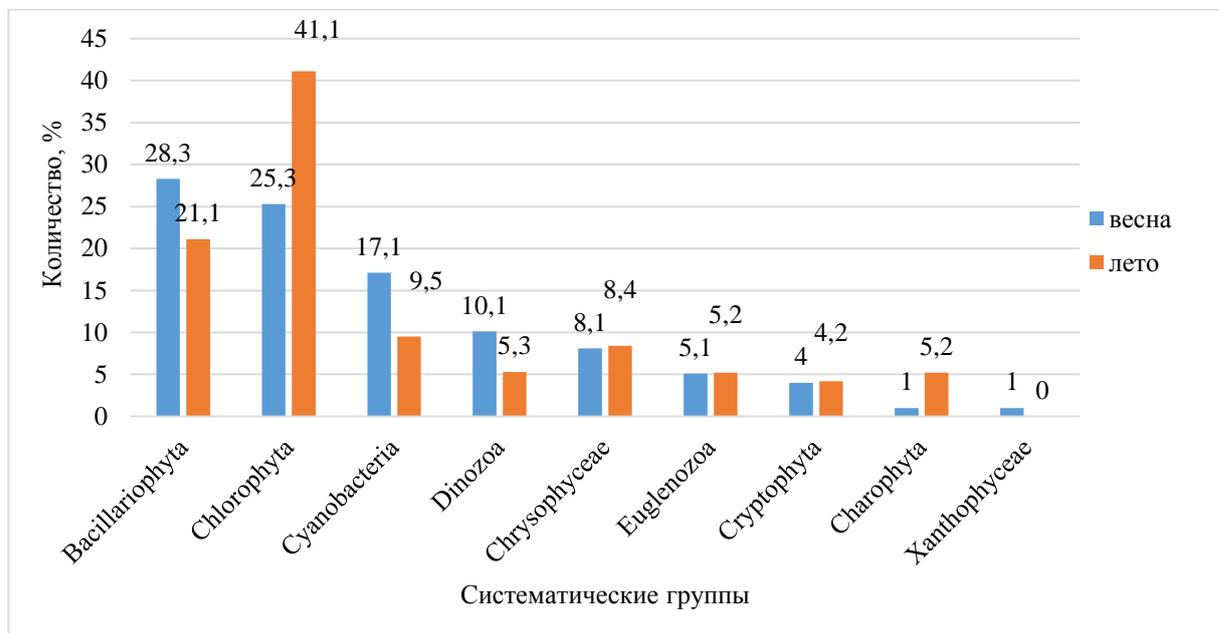


Рисунок 1 – Таксономический состав фитопланктона озера Долгое (2019 г.)

По отношению к местообитанию большая часть водорослей являлись планктонными (61,1 %). На планктонно-бентосные и бентосные формы приходилось соответственно 22,8 % и 10,3 %. Встречен один литоральный вид – *Navicula viridula* Kütz. По отношению к кислотности воды 66,2 % водорослей данных не имели. К алкалофильным формам относилось 19,9 %, индифферентам – 10,3 % микроводорослей. По отношению к галообности значительное количество видов водорослей относилось к индифферентам – 47,1 %. На галофилов приходилось 11,0 %, галофобов – 3,7 %, олигогалобов – 2,9 %. Данных не имело 35,3 % водорослей. К фактору реофильности сведений не было у 71,3 % водорослей. Виды, предпочитающие стояче-текучие воды, составляли 22,8 %, стоячие – 5,2 %. Среди видов, предпочитающих проточные воды, отмечен *Meridion circulare* (Grev.) Ag. var. *circulare*.

#### Литература

1. Барина С. С., Медведева А. Л., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. 498 с.
2. Ефимов А. Н., Фёдоров А. И. Статистическо-географический словарь Струго-Красненского района Псковской области, 2015. 440 с.
3. Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод / Под ред. Г. Г. Винберга ; АН СССР. Зоол. ин-т. Всесоюз. гидробиол. о-во. Ленинград, 1974. 60 с.
4. Рогозин М. Ю., Картамышева Е. С. Вырубка лесов — экологическая катастрофа // Молодой ученый. — 2017. — №51. — С. 124-128
5. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М., 2003.
6. Судницына Д. Н. Альгофлора водоемов Псковской области. Псков: ООО «ЛОГОС Плюс», 2012. 224 с.
7. Трифонова И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 183 с.

**Phytoplankton of the Dolgoye lake in the spring and summer of 2019 (Pskov region)**

**Kek I., Drozdenko T.**

*Pskov state University, Pskov, Russia, tboichuk@mail.ru*

Abstract. The taxonomic composition of the phytoplankton of the Dolgoye lake in the spring and summer of 2019 is presented. The dominant species of the phytoplankton community are shown and the ecological and geographical characteristics of microalgae are given.

Key words: phytoplankton, species composition, ecological and geographical analysis, the Dolgoye lake.

## Многолетняя изменчивость распределения промысловых скоплений трески в Баренцевом море

Кивва К.К.

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия, kirill.kivva@gmail.com*

Аннотация. Обобщены данные по уловам трески Баренцева моря за 1980-2019 годы. Выделены интервалы лет с однородным распределением суммарных годовых уловов: 1980-1989, 1990-2005, и 2006-2019 гг. Предложен метод оценки смещения промысловых скоплений.

Ключевые слова: Баренцево море, северо-восточная арктическая треска, рыбный промысел, вылов, промысловые скопления.

Треска Баренцева моря – северо-восточная арктическая популяция атлантической трески (*Gadus morhua*). Имеет важное экономическое значение: вылов в некоторые годы составлял до 1,2 (1969 г.) и даже 1,4 млн. т (1956 г.). В последние годы вылов этой популяции составляет 0,6-0,8 млн. т. Для этой популяции характерны заметные колебания численности и биомассы. По всей видимости, распределение вида по акватории моря меняется в зависимости от состояния запаса, распределения водных масс и кормовых объектов. Например, показано, что промысловые скопления вида в годы с разными термическими и ледовыми условиями различны [2]. Многолетние данные о вылове трески в Баренцевом море позволили сделать вывод о поступательном смещении основных промысловых скоплений на север и северо-восток [3]. Авторы также высказали предположение, что эта тенденция будет наблюдаться и в ближайшей перспективе – по крайней мере, до тех пор, пока дальнейшее расширение ареала не станет затруднительным из-за батиметрии. Цель данной работы – охарактеризовать изменчивость распределения промысловых скоплений трески Баренцева моря в 1980-2019 гг.

Использованы данные об уловах трески российским рыболовным флотом из трёх баз данных: «Риф» (1980-1991 гг.), «Рыболовство» (1995-2002 гг.) и «Отраслевая система мониторинга» (2003-2018 гг.). Значения, попадавшие на берег, исключены из анализа. Уловы распределены по равноплощадным ячейкам. Выполнен кластерный анализ лет по пространственному распределению уловов.

Группировка лет показала, что существуют три интервала лет с относительно однородным распределением суммарных годовых уловов: 1980-1989, 1990-2005, и 2006-2018 гг. В 1980-1989 гг. основные уловы были сосредоточены в центральной и южной частях моря к северу от Кольского п-ова. К юго-западу от о. Медвежьего находился район с несколько менее значительными уловами. Основной район уловов в южной части моря находился на расстоянии около 150 км от берега. В 1990-2005 гг. данный район высоких уловов в южной части моря расширился в сторону побережья Кольского п-ова. Также образовались новые «очаги» высоких уловов к юго-западу от Новой Земли и к юго-востоку от арх. Шпицберген, а вылов в районе юго-западнее от о. Медвежьего заметно увеличился. В 2006-2018 гг. район центральной части моря потерял своё ведущее значение, а район высоких уловов в южной части моря сместился на восток. Районы высоких уловов юго-западнее Новой Земли и юго-восточнее Шпицбергена расширились в северном направлении. Также образовался новый район с высокими уловами вдоль северного побережья Норвегии.

Для более детального количественного анализа межгодовой изменчивости в распределении основных промысловых скоплений предложен следующий метод. Основные районы промысла (ОП) для каждого месяца определены как районы промысловых операций (1980-1991 гг.) или географических положений судов в моменты отправки суточных донесений (1995-2019 гг.), объединённых в пространственные кластеры – районы с относительно высокой плотностью операций или положений судов для данного месяца. Для поиска кластеров использован алгоритм DBSCAN – алгоритм пространственной группировки, основанный на поиске областей с наибольшей плотностью объектов группировки и учитывающий наличие «шума», который был

исключён из анализа [4]. В качестве меры близости объектов использовано географическое расстояние между ними, рассчитанное с учётом формы Земли [5]. Радиус поиска (параметр *eps* алгоритма DBSCAN) выбран равным 50 км. Количество соседей в пределах радиуса поиска, достаточное для выделения кластера (параметр *minPts* алгоритма DBSCAN), для каждого анализируемого месяца рассчитано отдельно как максимальное целое число, не превышающее 1 % от общего числа тралений или записей ССД для данного месяца. В случае менее чем 200 записей о тралениях или ССД месяц исключался из анализа. Кластерный анализ выполнен с использованием библиотеки *dbscan* для языка программирования R [6]. Координаты центроида (широта и долгота) каждого из основных районов промысла для каждого месяца определены по стандартным формулам.

Основные направления смещений районов промысла (ОНС), вдоль которых проводился расчёт смещения основных промысловых скоплений, выбраны исходя из распределения центроидов ОРП за каждый месяц. В анализе использованы все ОРП, центроиды которых попадали в полосу  $\pm 50$  км от оси выбранного ОНС. Для всех месяцев, имеющих хотя бы один такой ОРП, рассчитано расстояние вдоль оси от её начала до точки, соответствующей проекции центроида всех таких ОРП (*L*, км). Для количественной оценки выбраны три основных направления смещения уловов: приблизительно вдоль изобаты 500 м вдоль западной границы Баренцева моря (ОНС-1), вдоль побережья Скандинавского и Кольского полуостровов и далее на восток и северо-восток к Новой Земле (ОНС-2) и вдоль восточного склона Медвежинско-Надеждинской возвышенности (ОНС-3).

В целом для всех трёх ОНС наблюдается удаление основных районов промысла от точки их начала (район материкового склона к северу от о. Сенья). Этот тренд более ярко выражен вдоль ОНС-1 и ОНС-2, чем вдоль ОНС-3.

Тенденция к смещению основных уловов в северном и восточном направлениях наиболее ярко выражена для месяцев с мая по август. Например, если треска вдоль ОНС-1 в 1980-е годы ловилась в мае в диапазоне примерно 200-400 км от начала выбранной оси, то на современном этапе этот показатель составляет 500-600 км. В начале 1980-х годов центроиды уловов трески вдоль ОНС-2 в июле располагались в 400-600 км от начала оси данного ОНС, с конца 1980-х до 2011 г. сместились вдоль оси до отметки 700-800 км, а в 2013-2017 гг. смещение составило 1000-1200 км вдоль оси ОНС-2. Для января подобные значения смещений основных уловов вдоль ОНС-2 колебались в широких пределах (150-900 км) в 1980-2005 гг., а затем в целом стали убывать и в последние годы составляют около 200-300 км.

#### Литература

1. Wienerroither R., Johannesen E., Dolgov A., Byrkjedal I., Bjelland O, Drevetnyak K., Eriksen K.B., Høines Å., Langhelle G., Langøy H., Prokhorova T., Prozorkevich D., Wenneck T., 2011. Atlas of the Barents Sea Fishes. IMR/PINRO Joint Report Series. 1-2011. 274 p..
2. Жичкин А.П. Особенности климатических колебаний и рыбный промысел в высокоширотных районах Баренцева моря // Ученые записки РГГМУ. – 2013. – 30. – с.108-115..
3. Кровнин, А.С., Мельников С.П., Никитенко А.И., Мурый Г.П. Влияние современных изменений климата на сообщества морских рыб в Североатлантическом регионе // Ученые записки РГГМУ. – 2019. – № 56. – С. 110-125..
4. Ester M., Kriegel H.P., Sander J., Xu A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise // KDD. – 1996. – V. 34. – P. 226-231.
5. Karney C.F. Algorithms for geodesics // Journal of Geodesy. – 2013. – V. 87(1) – P. 43-55.
6. Hahsler M. and Piekenbrock M. 2018. *dbscan*: Density Based Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) and Related Algorithms. R package version 1.1-3. – URL: <https://CRAN.R-project.org/package=dbscan>

## **Multiyear variability of Barents sea cod commercial concentrations distribution**

**Kivva K.K.**

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia,  
kirill.kivva@gmail.com*

Abstract. Data on Barents Sea cod catch is overviewed for 1980-2019. Three intervals of years with similar catch spatial distribution are determined with cluster analysis; namely, 1980-1989, 1990-2005, and 2006-2019. New method for quantitative analysis of commercial concentration shifts is suggested.

Key words: Barents Sea, north-east arctic cod, fisheries, catch, commercial concentrations.

## **Особенности влияния сточных вод на малую городскую реку Волковку: геоэкологические и нормативно-правовые аспекты**

**Клубов С.М., Третьяков В.Ю., Дмитриев  
В.В.**

*Санкт-Петербургский государственный  
университет, Санкт-Петербург, Россия,  
klubov\_stepan@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются особенности влияния выпусков сточных вод на качество воды малой реки Волковки Санкт-Петербурга в 2018 году. Используется методика расчета платы за негативное воздействие для определения вклада выпусков разных водопользователей в уровень загрязнения реки Волковки.

Ключевые слова: загрязнение малых городских рек, выпуски сточных вод

Санкт-Петербург – самый крупный мегаполис на побережье Балтийского моря, он оказывает значительную нагрузку на водные объекты, включая Невскую губу [1,2]. Нами проведено исследование влияния на них сточных вод с использованием результатов регулярных наблюдений за качеством водных объектов Санкт-Петербурга Государственным унитарным предприятием «Водоканал Санкт-Петербурга» (ГУП «Водоканал СПб»). Наиболее загрязненными реками Санкт-Петербурга по значению удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) являются малые городские реки на юге и юго-западе города [3]. По значению УКИЗВ в 2018 году эти реки относятся к 4-му классу качества (грязные и очень грязные) в соответствии с РД 52.24.643-2002 [4]. Со стоком малых рек в Балтийское море поступает большой объём загрязняющих веществ, включая содержащие азот и фосфор. Их избыточное поступление приводит к эвтрофированию Балтийского моря.

Одной из наиболее загрязненных малых рек на юге Санкт-Петербурга является Волковка. В неё осуществляют выпуски 8 организаций, крупнейшая из них – ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Целью исследования является оценка вклада выпусков разных организаций в формирование химического состава вод реки Волковки.

Информация о зарегистрированных организациях, осуществляющих сброс сточных вод в реку Волковку в соответствии со статьей 31 Водного кодекса РФ (ВК РФ) содержится в Государственном водном реестре [5]. Из него по запросу авторов была сделана выборка данных. Водопользователи осуществляют сброс сточных вод в реку Волковку на основании Решения Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечения экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга (далее Решение). В Решении указаны условия водопользования, в соответствии с которыми водопользователь обязан ежеквартально предоставлять сведения о химическом составе сточных вод, их объёмах и результатах гидрохимического анализа природных вод реки Волковки выше и ниже по течению от места сброса сточных вод. Нами использованы отчетные материалы водопользователей за 2018 год. В Волковку осуществляются выпуски вод категорий ЛВ и СД. Это обозначения категорий сточных вод в соответствии с Приказом Росстата № 230 от 19.10.2009 [6]. Выпуски категории ЛВ представляют собой рассеянно-диффузионный сток, собранный в коллекторы ливневой канализации. Ливневой сток может быть с очисткой или без. Выпуски категории СД – это сточные воды Волковской водопроводной станции.

Для оценки влияния выпусков сточных вод каждой организации на качество воды реки Волковки была применена методика, используемая для расчета платы за негативное воздействие водопользователя на водный объект при сбросе сточных в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 3 марта 2017 г. № 255 [7]. Методика основана на том, что сброс сточных вод может осуществляться большого объёма, но с низкими концентрациями, или наоборот, малого объёма, но с высокими концентрациями. Мерой негативного воздействия на водный объект

должна выступать масса поступающего в водный объект загрязняющего вещества и степень его токсичности. На уровень токсичности указывает класс опасности вещества. Ставки платы за негативное воздействие при сбросе сточных вод в водный объект учитывают степень токсичности загрязняющего вещества в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 13 сентября 2016 г. № 913 [8]. Для веществ первого класса опасности (чрезвычайно опасные) установлена максимальная ставка платы. Для веществ 4-го класса опасности (малоопасные) ставка минимальна.

Расчет платы за негативное воздействие состоит из двух этапов:

1. Расчет массы (в тоннах) загрязняющего вещества, поступающего в водный объект. Это произведение концентрации загрязняющего вещества в сточных водах на объем сброса.
2. Расчет платы за негативное воздействие. Это произведение массы сбрасываемого вещества в сточных водах (тонн) на ставку платы за сброс загрязняющего вещества (рублей за тонну).

ГУП «Водоканал СПб» оказывает максимальное по сравнению с другими водопользователями воздействие на реку Волковку. Волковская водопроводная станция сбрасывает в реку воды категории СД через 2 зарегистрированных выпуска, на них приходится около 75 % негативного воздействия ГУП «Водоканал СПб». Остальные более чем 100 выпусков этой организации оказывают только около 25 % негативного воздействия. Сбрасываемые ГУП «Водоканал СПб» воды из-за отсутствия очистных сооружений характеризуются многочисленными превышениями нормативов допустимого сброса (НДС).

Многочисленные превышения НДС также зафиксированы у вод выпусков Деревообрабатывающего завода №1 (ДОЗ №1) и Кольцевой автодороги Санкт-Петербурга (КАД СПб). Эти организации сбрасывают значительно меньший объем сточных вод, чем ГУП «Водоканал СПб», но, несмотря на наличие очистных сооружений, сбрасываемые ДОЗ №1 и КАД СПб воды в среднем более загрязнены, чем воды ГУП «Водоканал СПб».

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-05-00683-А «Теоретико-методологическое обоснование, математический аппарат и модели интегральной оценки экологического статуса и экологического благополучия водных объектов».

#### Литература

1. Кондратьев С. А., Ершова А. А., Эхольм П., Викторова Н. В. Биогенная нагрузка с российской территории на Финский залив // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*, 2019. Т. 12, № 2. С. 77-87
2. Колесникова Е. В., Маслова А. В. Оценка антропогенного влияния на качество вод реки Невы // *Экологические проблемы промышленных городов Сборник научных трудов по материалам 6-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Под ред. Е.И. Тихомировой. 2013. С. 62-64.
3. Клубов С. М., Третьяков В. Ю. Оценка загрязнённости вод рек Санкт-Петербурга с использованием отчетных материалов ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» // *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология*. 2019. Т.5(71). № 3. С. 160-174.
4. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: РД 52.24.643-2002: утв. Росгидрометом: ввод в действие с 03.12.2002. М.: 2002. 19 с
5. Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон №74 от 1.01.2007
6. Об утверждении статистического инструментария для организации Росводресурсами федерального статистического наблюдения об использовании воды: Приказ Росстата № 230 от 19.10.2009
7. Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие: Постановление Правительства РФ №255 от 3.03.2017
8. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах: Постановление Правительства РФ № 913 от 13.09.2016

## **Features of the impact of wastewater on the small urban river Volkovka: environmental and legal aspects**

**Klubov S.M., Tretyakov V.Yu., Dmitriev V.V.**  
*Saint-Petersburg State University,  
Saint Petersburg, Russia, klubov\_stepan@mail.ru*

**Abstract.** In the article, the authors analyze the features of the influence of wastewater on the water quality of the small Volkovka River in Saint Petersburg in 2018. The authors used the method of calculating the negative impact fee to estimate the negative impact of wastewater from different water users on the level of pollution of the Volkovka River.

**Key words:** pollution of small urban rivers, the inflow of wastewater into the rivers

## Определение индекса уязвимости береговой зоны восточной части Финского залива (Балтийское море) к абразионным процессам

Ковалева О. А.<sup>1</sup>, Сергеев А.Ю.<sup>1</sup>, Рябчук Д.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Санкт-Петербург, Россия, olya\_pavlikova@mail.ru

Аннотация. Необходимость оценки уязвимости береговой зоны к процессам переработки берегов возникает при планировании хозяйственной и рекреационной деятельности. Проведенная оценка позволила ранжировать береговую зону восточной части Финского залива по степени уязвимости и выделить наиболее критичные участки.

Ключевые слова: переработка берегов, уязвимость береговой зоны, восточная часть Финского залива, Балтийское море

В русскоязычной литературе не встречается примеров методологической оценки уязвимости береговой зоны к воздействию экзогенных геологических процессов и, прежде всего, наиболее интенсивного и широко распространенного из них – переработки берегов. Необходимость такой оценки возникает при планировании хозяйственной и рекреационной деятельности, разработке сценариев развития береговой зоны.

Используемый в данной работе подход к оценке уязвимости береговой зоны к воздействию абразионных процессов основан на комплексной характеристике участков берега, включающей оценку фоновых – геологических, геоморфологических, географических параметров, а также воздействующих на них внешних (гидрометеорологических) факторов.

Метод, предложенный В. Горнитцом (Gornitz, 1991), позволяет установить потенциальную степень изменения или устойчивости участков береговой линии под воздействием внешних факторов, которая определяется комплексом характеристик берега (Ruži et al., 2019). Для расчета индекса уязвимости на каждом отдельном участке берега каждому параметру присваивается ранг уязвимости – от низкой до высокой. Вычисление значения индекса уязвимости проводится по формуле (Gornitz, 1991):  $\sqrt{((a*b*c*d*e*f*g)/n)}$ ,

где a, b, c... – значение параметров в данном участке берега; n – количество параметров.

Проведенный анализ методологических подходов к расчету индекса уязвимости, а также набор доступных для анализа данных позволил выделить параметры, которые легли в основу расчета индекса уязвимости (Табл. 1).

Таблица 1 – Параметры береговой зоны, используемые для оценки индекса уязвимости

| Параметры                   | Уязвимость к процессам переработки берегов              |  |                           |
|-----------------------------|---|--|---------------------------|
|                             | Низкая  | Средняя                                      | Высокая                   |
| Изрезанность береговой зоны | Шхерный   | Бухтовый                                     | Выровненный               |
| Геология берега             | Коренные породы   | Валунный (моренный)                          | Рыхлые отложения          |
| Элементы побережья          | Дюна  | Дюна или уступ отсутствуют                   | Уступ (активный)          |
| Форма пляжа                 | Пляж выпуклого профиля                                  | Низкий пляж                                  | Пляж отсутствует          |
| Подводные валы              | Песчаные валы/речные бары на подводном береговом склоне | Песчаные валы на поверхности валунного бенча | Песчаные валы отсутствуют |
| Крутизна подводного склона  | 0.001 – 0.006   | 0.006 – 0.01                                 | 0.01 – 0.02               |
| Подверженность штормам      | 1 – 16 штормов  | 17 – 33 шторма                               | 34 – 58 штормов           |

Оценка геологических, геоморфологических и морфодинамических параметров была

выполнена по различным данным, включая карты четвертичных отложений, данные полевых наблюдений, выполненных в период 2006–2019 гг., данные дистанционного зондирования (Ryabchuk et al., в печати). Для составления комплексной гидрометеорологической характеристики, включающей в себя количество опасных штормовых явлений, происходивших в период 1978–2007 гг., использовались данные волновой модели WAM (Soomere, Räämet, 2011; Kovaleva et al., 2017). Для оценки ледовой обстановки использовались диаграммы распределения морского льда и его концентрации, представленные Национальным центром данных по льду и снегу с обобщением информации за каждый месяц (nsidc.org).

Расчет суммарного индекса уязвимости показал, что 51% (около 300 км) побережья характеризуется низкой уязвимостью к абразионным процессам. К ним относятся внутренние участки заливов (Выборгский, Лужский, Копорский), южная береговая зона в районе пос. Черная Лахта. Средней уязвимостью характеризуется около 35% побережья (205 км), это преимущественно борта заливов, Ермиловский залив, южная оконечность о. Б. Березовый. Высокая уязвимость характерна лишь для 14% побережья (80 км), такие участки расположены в пределах северной береговой зоны – о. Березовые, район м. Флотского и восточный берег Выборгского залива.

Адаптированная методика расчета индекса уязвимости береговой зоны позволила выявить наиболее критичные участки береговой зоны восточной части Финского залива. Комплексный подход также позволил получить данные об отрезках береговой зоны, недоступных для периодических наблюдений, за счет компиляции различных параметров. Крупность ячеек, используемых в ветровой модели WAM (размер ячейки 5.5x5.5 км), отразилась в закруглении данных по наиболее хорошо изученным районам восточной части Финского залива – Курортный район, южная береговая зона в районе пос. Б. Ижора.

Анализ данных дистанционного зондирования и результатов полевых наблюдений, расчет индекса уязвимости был выполнен при поддержке проекта Российского научного фонда № 17-77-20041.

### Литература

1. Gornitz, V., 1991. Global coastal hazards from future sea level rise. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 89, 379–398.
2. Kovaleva, O., Eelsalu, M., Soomere, T., 2017. Hot-spots of large wave energy resources in relatively sheltered sections of the Baltic Sea coast. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 74. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.033>
3. Ruži, I., Jovancevi, S.D., Benac, C., Krvavica, N., 2019. Assessment of the Coastal Vulnerability Index in an Area of Complex Geological Conditions on the Krk Island, Northeast Adriatic Sea. *Geosciences* 9, 1–17.
4. Ryabchuk D., Sergeev A., Burnashev E., Khorikov V., Neevin I., Kovaleva O., Budanov L., Zhamoida V. Danchenkov A. Coastal processes of the Russian Baltic (eastern Gulf of Finland and Kaliningrad area) // *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* (в печати).
5. Soomere T., Räämet A., 2011. Spatial patterns of the wave climate in the Baltic Proper and the Gulf of Finland // *Oceanologia*, 53 (1-TI), 335–371.

### Assessment of the coastal vulnerability index of the Eastern Gulf of Finland coastal zone (Baltic Sea)

**Kovaleva Olga<sup>1</sup>, Sergeev Alexander<sup>1</sup>, Ryabchuk Daria<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (FGBU VSEGEI), Saint Petersburg, Russia, [olya\\_pavlikova@mail.ru](mailto:olya_pavlikova@mail.ru)

Abstract. The necessity of the coastal vulnerability assessment plays an important role for the coastal zone management. Coastal vulnerability index calculated for the Eastern Gulf of Finland coastal

zone allowed to classify the coasts and picked out “hot-spots” – most vulnerable coastal sections.

Key words: erosion, coastal zone vulnerability, Eastern Gulf of Finland, Baltic Sea

## **Функциональная структура макрозообентоса Черного моря как ключевой индикатор оценка состояния морской экосистемы**

**Любимов И.В., Колючкина Г.А., Семин В.Л.**  
*ИО РАН, Москва, РФ, galka.sio@gmail.com*

Аннотация. В работе приводится анализ структуры сообществ северо-восточного побережья Черного моря с использованием функционального подхода, который позволяет проводить связь между биоразнообразием и функционированием морских экосистем.

Ключевые слова: функциональный анализ, Черное море, макрозообентос.

Понимать взаимосвязь между биоразнообразием и функционированием морских экосистем непросто. Возможный подход - анализ биологических признаков, поскольку функционирование экосистем зависит не только от самого видового богатства, но и от соотношения различных функциональных групп бентоса, функциональная структура сообществ может соответствовать таксономической, но также могут существенно различаться, предоставляя дополнительную информацию и выступая в качестве ключевого индикатора состояния экосистемы. Поиск новых индикаторов особенно актуален для выявления ранних событий, предшествующих масштабным сдвигам как во времени, так и в пространстве. Одним из наиболее важных факторов, влияющих на морские экосистемы, является прогрессирующее уменьшение поступления кислорода в водную толщу, наблюдаемое в 21 веке. Черное море является ярким примером водоема, в котором этот фактор играет ключевую роль. Здесь на глубине 100-200 м присутствует постоянный пикноклин, ограничивающий смешивание верхних опресненных вод с нижними, более солеными, бескислородными, загрязненными сероводородом. Положение верхней границы зоны гипоксии со временем меняется. Одним из показателей продолжительности гипоксии является состояние сообществ зообентоса.

В настоящем исследовании с использованием таксономических и функциональных подходов проведена оценка состояния зообентоса северо-восточного побережья Черного моря на глубинах 80-195 м. Был проведен ретроспективный анализ устойчивости сообществ и оценка времени, прошедшего со времени завершения последнего периода гипоксии. Обилие макрозообентоса было максимальным в диапазоне глубин 80-120 м и уменьшалось с глубиной. В соответствии с таксономической структурой зообентоса было выделено четыре зоны: фазеолиновый ил, обедненный глубоководный биоценоз, зона олигохет и азойная зона. Функциональный анализ показал, что первые две зоны являются вариациями одного пояса - пояса инфузо-сидячих и / или прикрепленных детритофагов и фильтраторов, сезонно размножающихся и характеризующихся плодовитостью 100-10000 яиц на особь и лецитотрофной личинкой. Эти два сообщества (по оценке размерной структуры доминирующего вида) имели возраст более одного года, что свидетельствует об отсутствии регулярных периодов гипоксии.

Напротив, биоценоз зоны олигохет (130-145 м) представляет собой область эфемерных сообществ короткоживущих и короткоциклового роющих детритофагов, постоянно размножающихся в течение года. Возраст этих сообществ менее одного года, и периоды гипоксии здесь возникают регулярно. Таким образом, граница эукариотического бентоса находилась между глубинами 135 и 164 м, что совпало с историческими оценками середины XX века. Глубины 130 м и более регулярно подвергаются гипоксии.

Работа поддержана РФФИ и Минобрнауки Краснодарского края грантом № 19-45-230012.

**Functional structure of the Black Sea macrozoobenthos as a key indicator for  
assessing the marine ecosystem health**

**Lyubimov I.V., Kolyuchkina G.A., Syomin V.L.**

*Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Moscow, RF*

Abstract. The paper analyzes the structure of communities on the northeastern coast of the Black Sea using a functional approach that allows revealing the relationship between biodiversity and the functioning of marine ecosystems.

Keywords: biological traits analysis, Black Sea, macrozoobenthos

## Оценка загрязненности металлами поверхностных вод заповедников

**Малышева Н.А., Фрумин Г.Т.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет. Санкт-Петербург. Россия.  
 9560895@gmail.com*

Аннотация. Рассчитаны величины рисков комбинированного действия при воздействии на дафний ртути, кадмия и свинца, содержащихся в водах некоторых заповедников РФ.

Ключевые слова: токсичность, металлы, дафнии, заповедники

В соответствии с российским законодательством Государственные природные заповедники являются природоохранными, научно-исследовательскими и эколого-просветительскими учреждениями федерального значения, имеющими целью сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем. Заповедники являются одним из типов особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

По состоянию на конец 2016 года на территории России действовало 103 государственных природных заповедника, суммарной площадью свыше 27 млн га (без акваторий).

В проекте Государственного доклада «О состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году» приведены концентрации свинца, кадмия и ртути в поверхностных водах некоторых заповедников. В связи с изложенным целью исследования заключалась в оценке загрязненности этими металлами поверхностных вод, расположенных на территориях заповедников.

Во второй половине XX века в связи с необходимостью оценки токсичности природных и сточных вод, а также некоторых химических веществ во многих странах мира стали использовать биотестирование на *Daphnia magna Straus*. Дафнии широко применяются в биотестировании в таких странах мира, как США, Германия, Франция, Венгрия и др. Во многих из них дафния принята как стандартный тест-организм. Дафнии как обязательный тест-объект включены в схему установления ПДК веществ-загрязнителей и сточных вод России.

По данным литературы о токсичности катионов металлов для дафний в работе [2] были построены математические модели, связывающие величины рисков (вероятности) летальных исходов при воздействии двухзарядных катионов металлов на дафний в широком диапазоне варьирования концентраций (табл.1).

Таблица 1. Математические модели для оценки рисков летальных исходов при воздействии катионов металлов на дафний

| Металл | Модель                                   |
|--------|--|
| Ртуть  | Риск=1-exp(-13,777C <sup>0,547</sup> )   |
| Свинец | Риск=1-exp(-0,2653C <sup>1,1</sup> )     |
| Кадмий | Риск=1-exp(-1880409C <sup>4,6135</sup> ) |

Примечание. С – концентрация катиона металла, мг/дм<sup>3</sup>

Учитывая, что риск является вероятностной величиной, для определения риска комбинированного действия в соответствии с правилом умножения вероятностей, где в качестве сомножителей выступают не риски, а значения, характеризующие вероятности их отсутствия, было применено следующее уравнение:

$$\text{Риск}_{\text{комб}} = 1 - (1 - \text{Риск}_1)(1 - \text{Риск}_2)(1 - \text{Риск}_3) \dots (1 - \text{Риск}_n), \quad (1)$$

где  $\text{Риск}_{\text{комб}}$  – риск комбинированного действия катионов металлов,  $\text{Риск}_i$  – риск воздействия индивидуальных катионов металлов.

Для классификации качества вод по уровням их загрязненности металлами была использована модель «разломанного стержня» [1] (табл. 2).

Таблица 2. Классификация качества вод по величинам комбинированных рисков

| Качество воды      | Риск <sub>комб</sub> | Класс качества | Качество воды | Риск <sub>комб</sub> | Класс качества |
|--------------------|----------------------|----------------|---------------|----------------------|----------------|
| Очень хорошее      | 0,00-0,04            | I              | Плохое        | 0,16-0,26            | IV             |
| Хорошее            | 0,04-0,09            | II             | Очень плохое  | 0,26-1,00            | V              |
| Удовлетворительное | 0,09-0,16            | III            | -             | -                    | -              |

Разработанный подход, базирующийся на моделях, приведенных в табл. 1 и формуле 1, был использован для оценки загрязненности металлами (ртутью, свинцом и кадмием) поверхностных вод некоторых заповедников РФ (табл.3).

Таблица 3. Загрязненности металлами поверхностных вод некоторых заповедников в 2018 г.

| Заповедник            | Риск <sub>комб</sub> | Качество воды      | Класс качества |
|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------|
| Кавказский БЗ         | 0,16                 | Удовлетворительное | III            |
| Приокско-Террасный БЗ | 0,11                 | Удовлетворительное | III            |
| Баргузинский БЗ       | 0,27                 | Очень плохое       | V              |
| Астраханский БЗ       | 0,12                 | Удовлетворительное | III            |
| Воронежский БЗ        | 0,07                 | Хорошее            | II             |
| Яйлю                  | 0,06                 | Хорошее            | II             |
| Смоленское Поозерье   | 0,13                 | Удовлетворительное | III            |
| Байкальский БЗ        | 0,78                 | Очень плохое       | V              |
| Волжско-Камский БЗ    | 0,02                 | Очень хорошее      | I              |
| Центрально-Лесной БЗ  | 0,12                 | Удовлетворительное | III            |
| Кавказский БЗ         | 0,87                 | Очень плохое       | V              |
| Приокско-Террасный БЗ | 1,00                 | Очень плохое       | V              |

Как следует из данных, приведенных в табл. 3, загрязненность металлами поверхностных вод рассмотренных заповедников существенно варьирует от I до V классов качества. Обращает на себя внимание чрезвычайно высокий уровень загрязненности тяжелыми металлами поверхностных вод Баргузинского, Байкальского, Кавказского и Приокско-Террасного биосферных заповедников.

#### Литература

1. Мостеллер Ф. Пятьдесят занимательных вероятностных задач с решениями. М.: Наука, 1975. 112 с.
2. Фрумин Г.Т., Малышева Н.А. Токсичность катионов металлов для дафний //Экологическая химия. Том 28, выпуск 5, 2019. – С. 250-257.

### Assessment of metal pollution in surface waters of reserves

**Malysheva N.A., Frumin G.T.**

*Russian State Hydrometeorological University. St. Petersburg. Russia. 9560895@gmail.com*

Abstract. The magnitudes of the risks of the combined effect when exposed to daphnia mercury, cadmium and lead contained in the waters of some reserves of the Russian Federation are calculated.

Key words: toxicity, metals, daphnia, nature reserves.

## **Мониторинг сохранности природных экосистем как информационная база экодиагностики регионального уровня (на примере криолитозоны Европейского северо-востока)**

**Осадчая Г.Г., Дудников В.Ю., Быкова М.В.**

*Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия, galgriosa@yandex.ru*

Аннотация. Природные экосистемы рассматриваются как основа для проведения региональной экодиагностики. Её информационной основой может стать Государственный кадастр объектов недвижимости, дополненный рядом показателем.

Ключевые слова: экодиагностика, экосистема, мониторинг земель

Основные стратегические документы Российской Федерации (Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию, Стратегия пространственного развития РФ на период до 2025 г., Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности) содержат позиции о сохранении биоразнообразия. Оно обеспечивается разными способами, но, главным образом, за счет сохранения природных экосистем в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Однако, территориальное экологическое равновесие, то есть относительно удовлетворительная экологическая ситуация [1], на уровне регионов может быть обеспечена только зонально обусловленным объемом живой природной биомассы. Подобный подход основывается на теории биотической регуляции биосферы В. Г. Горшкова [2], в соответствии с которой нарушение экологического равновесия в биосфере, ведущее в дальнейшем к ее необратимой деградации и утрате биосферных функций, возникает при утрате определенной площади природных экосистем, то есть при хозяйственном освоении. Именно по соотношению площадей с по сути природными экосистемами и с трансформированными в той или иной степени можно проводить экодиагностику достаточно большой территории.

Для лесотундры и тундры европейского северо-востока, приуроченных к криолитозоне, допускается нарушение природных комплексов не более чем на 10 % ее площади, причем для тундры – менее, чем на 5 % [3, 4]. Прирост естественной живой биомассы, который может иметь место при потеплении климата, не компенсирует её утраты в результате интенсивного хозяйственного воздействия.

Таким образом, только мониторинг сохранности природных экосистем может служить основанием для определения степени экологического благополучия обширных территорий (ландшафт, природная зона/подзона, административный район и т. п.). При этом на локальном уровне, то есть не участках производственной деятельности, проживания населения и т.п. экологическая ситуация может не совпадать с региональной [5]. Необходим определенный административный механизм, позволяющий оперативно оценивать степень площадной нарушенности территории, то есть в первую очередь оценить площади, занятые селитебной застройкой, транспортными и промышленными объектами, наземной инфраструктуры месторождений полезных ископаемых. Также следует учитывать площади производных экосистем, например, в пределах земель лесного фонда, сеяных лугов и т.п. Необходим прогноз перспектив сохранения территорий природно-экологического каркаса при дальнейшем промышленном освоении криолитозоны [6].

В качестве информационной основы можно было бы использовать данные государственного кадастра недвижимости (ГКН), разнообразный картографический материал, результаты запросов в учреждения статистики. В ряде случаев информацию необходимо уточнять и детализировать с использованием материалов космической съемки. В любом случае информация о степени сохранности природных систем должна использоваться для введения ряда ограничений по землепользованию в криолитозоне.

В базовом природоохранном законодательстве отсутствуют ограничительные позиции, отражающие специфику криолитозоны, но на более низком законодательном уровне это сделать возможно. Одними из первых шагов в этом направлении могут стать: усовершенствование существующей системы государственного мониторинга земель через четкое разграничение земель с многолетнемерзлыми породами и без них, разработку единой системы показателей состояния земель, отражение в ГКН показателей экологического состояния и устойчивости земельных участков для целей возможности определения пределов их экологической безопасности, в принципе выделить криолитозону в виде зоны с особыми условиями использования территории, что позволит усовершенствовать (экологизировать) для Севера все другие виды природопользования через дополнение нормативных документов более низкого порядка.

#### Литература

1. Кочуров, Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие / Б. И. Кочуров. – М. – Смоленск: Маджента, 2003 – 384 с.
2. Горшков, В. Г. Устойчивость биосферы и сохранение цивилизации / В. Г. Горшков, К. Я. Кодратьев, С. Т. Шерман // Природа. – 1990. – № 7. – С. 3-16.
3. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. – М.: Россия Молодая, 1994. – 367 с.
4. Осадчая, Г. Г. Концептуальный подход к оптимизации природопользования в криолитозоне / Г. Г. Осадчая, Т. Ю. Зенгина, В. Ю. Дудников, Н. В. Тумель // Управление инновационным развитием арктической зоны Российской Федерации: сборник избранных трудов по материалам всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 14-16 сентября 2017 г., г. Северодвинск / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. Гос. автоном. Образоват. Учреждение высш. Образования «Сев. (Аркт.) Федер. Ун-т им. М. В. Ломоносова». – Архангельск: КИРА, 2017. – С. 468-471.
5. Тихонова, Т. В. Потенциал устойчивости экосистем Печоро-Уральской Арктики республики Коми: зональный и локальный уровни оценки / Т. В. Тихонова, Г. Г. Осадчая // Проблемы региональной экологии. – № 2. – 2014. – С. 22-27.
6. Осадчая, Г. Г. Возможности сбалансированного использования биосферного и ресурсного потенциала Большеземельской тундры / Г. Г. Осадчая, Т. Ю. Зенгина // Криосфера Земли. – 2012. – Том XVI. – № 2. – С. 43-51.

#### **Monitoring the natural ecosystems conservation as an information base for environmental diagnostics in the region (an example of cryolithozone in the European Northeast)**

**Osadchaya G.G., Dudnikov V.Yu., Bykova M.V.**  
*Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia,*  
*galgriosa@yandex.ru*

Annotation. Natural ecosystems are considered as a basis to perform regional ecodiagnosics. Its information basis can become the State Inventory of Real Estate Objects is added with some indicators.

Keywords: ecodiagnosics, ecosystem, lands monitoring.

## **Динамика временных изменений биогенной нагрузки на водоемы в условиях различных видов антропогенных воздействий**

**Паршина Т.В.<sup>1</sup>, Потапова Т.М.<sup>1</sup>, Федорова И.В.<sup>1</sup>, Трушевский В.Л.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле,  
Санкт-Петербург, Россия, t.parshina@spbu.ru

Аннотация. На основе натуральных гидролого-гидрохимических исследований Суздальских озер Санкт-Петербурга установлены значения биогенной внешней и внутренней нагрузок за 2019 год. Выявлены временные изменения диффузных поступлений фосфора за период 1980 - 2002 г.

Ключевые слова: эвтрофирование озер, гидрохимия, водный баланс

На основе комплексных натуральных гидрофизических, гидрологических и гидрохимических исследований 2019 года была проведена оценка современного гидрохимического состояния городских водоемов и водотоков Санкт-Петербурга. В качестве исходной информации для проведения исследований использовались материалы экспериментальных полевых работ для системы Суздальских озер г. Санкт-Петербурга, проведенных в 2019 году Институтом наук о Земле. Сопоставление гидрохимических данных за разные годы наблюдений показывает, что в 2019 г. по сравнению с 1996 г. произошло значительное (в 1,5-2 раза) снижение концентраций нефтеуглеводородов и тяжелых металлов (цинка, свинца, меди). Повышенные содержания общего железа и марганца, достигающих значений 1-10 мг/л, по-видимому, обусловлены природными факторами, связанными как с болотным влиянием, так и с геохимическими особенностями водосборных территорий, принадлежащих к железомарганцевой провинции и не имеющими техногенного происхождения [1].

В связи с тем, что основной проблемой большинства озер как в нашей стране, так и за рубежом является интенсификация процессов эвтрофирования вследствие избыточного антропогенного поступления биогенных элементов, основное внимание в нашей работе уделено количественной оценке биогенной нагрузки на водоемы. Методом водного баланса проведены расчеты внешней и внутренней фосфорной нагрузок на городские водоемы. Установлено, что внешняя фосфорная нагрузка ( $L_p$ ) на Нижнее Суздальское озеро составляет  $0,46 \text{ г/м}^2$  и находится в пределах диапазона  $L_p$ , характерного для озер Карельского перешейка в той или иной степени испытывающих биогенную нагрузку со стороны мелиорированных водосборов [2]. Внутренняя фосфорная нагрузка  $D_p$ , обусловленная диффузным поступлением фосфора из донных отложений в воду, составляет  $0,03 - 0,07 \text{ г/м}^2$ . Относительно низкое значение величины  $D_p$  можно объяснить повышенным содержанием железа в воде и донных илах озера, обладающего способностью связывания фосфора в нерастворимые фосфаты железа, прочно удерживаемые в донной фазе.

Выявленные нами особенности соотношений внешней и внутренней фосфорной нагрузок для различных озер, находящихся как в фоновых, так и нарушенных условиях, показали сложный характер формирования биогенного состава озерных вод. Для получения репрезентативных данных необходимо учитывать самые разнообразных факторы, прежде всего характер водообменных процессов, а также особенности геохимического состава донных отложений, определяющих направленность седиментационных и диффузионных процессов в водоеме.

### **Литература**

1. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А. Формирование химического состава вод озер в условиях изменения окружающей среды. – М.: Наука, 2010 - 268с.
2. Особенности формирования качества воды в разнотипных озерах Карельского перешейка. - Л.: Наука, 1984 - 290с.

**Dynamics of temporary changes in the biology load on water bodies under the conditions of various types of anthropogenic impacts**

**T.V. Parshina<sup>1</sup>, T.M. Potapova<sup>1</sup>, I.V. Fedorova<sup>1</sup>, Trushevsky V.L.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg, Russia*

Abstract. Based on field hydrological and hydro-chemical researches of the Suzdal lakes of St. Petersburg, the values of the biogenic external and internal loads in 2019 are established. Temporal changes in the diffuse fluxes of phosphorus for the period 1980-2002 are revealed.

Key words: eutrophication of lakes, hydrochemistry, water balance

## Экологическое моделирование трансграничных потоков

**Путырский В.Е.**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева» (г. Москва)  
E-mail: putyrskyl@yandex.ru*

Аннотация. В работе анализируются последствия гипотетической техногенной аварии в прибрежной зоне Балтийского моря. Проводится гидродинамическое моделирование циркуляции вод и распространения поллютантов от локального источника. Изучаются теоретические аспекты загрязнения морской акватории Калининградской области РФ и сопредельных территорий.

На экологическую ситуацию в России большое влияние оказывают сопредельные государства. Загрязняющие вещества (ЗВ) переносятся с их территории воздушными и водными путями. В связи с особенностями общей циркуляции атмосферы наибольшее количество ЗВ поступает из стран Европы в европейскую часть России. Особенно велики потоки загрязняющих веществ с Украины, Германии и Польши. В Западную Сибирь выносятся ЗВ из промышленных районов Северного Казахстана. Отходы горнодобывающих предприятий Монголии достигают юга Восточной Сибири. Химические заводы Китая загрязняют реки бассейна Амура, а радиоактивные вещества с ядерных полигонов достигают Сибири.

Не все безоблачно и в стратегических перспективах РФ. Наряду с расширением международных контактов нашей страны в области коллективного природопользования просматриваются определённые негативные тенденции. В современном мире происходит острая конкурентная борьба за ресурсы, которая иногда скрывается под видом «мягкого» решения вопросов охраны окружающей среды.

К региональным проблемам охраны природной среды относится трансграничный перенос техногенных примесей, когда с естественными воздушными и водными потоками ЗВ из пределов одного государства переносятся на территорию другого или других государств. В результате образуется общее, т.е. совместное с территорией государства-реципиента, поле загрязнения, которое может охватывать большой регион [1,2].

Существуют серьёзные проблемы, связанные с совместным использованием многих водных объектов. Напряжённая ситуация возникает в трансграничных водах, когда в бассейне реки или на месторождении подземных вод расположено несколько государств, а также если река протекает по границе между двумя государствами. Подвержены трансграничным конфликтам и морские акватории. Особенно резко они проявляются на границах территориальных вод приморских стран при адвекции ЗВ.

На основе экспериментальных данных рассматриваются некоторые экологические проблемы, изучаемые с помощью методов математического моделирования. Так, Балтийское море является уникальным природным объектом. Циркуляция вод между морем и океаном ограничена и осуществляется через узкие вытянутые проливы. Под влиянием пресного стока и водообмена с океаном солёность колеблется в широком диапазоне: от почти пресного Ботнического залива на севере до типично морских вод на юге. Эти особенности, наряду с тем, что в районе водосбора Балтийского моря проживает около 85 млн человек, делают Балтику уязвимой к техногенному загрязнению, в том числе благодаря активному судоходству.

Как правило, влияние морского транспорта на природную среду заключается в разнообразии используемых технических средств. В процессе эксплуатации происходят потери нефти и нефтепродуктов при погрузке и выгрузке, выбросы загрязнённых вод, стоки сыпучих грузов с причалов, нарушения донной поверхности земснарядами во время дноуглубительных работ, жидкостные и аэрозольные утечки [3].

Теоретическая оценка распространения в морской среде ЗВ строится на ряде допущений. Задача решается для синоптического масштаба времени. Рассматривается так называемая

«нагонная гидрологическая ситуация». Рассчитываются векторы средних течений в море небольшой глубины. Используются гипотезы турбулентной диффузии для пассивной в гидродинамическом отношении примеси. Выбирается квазистационарный источник мощностью  $Q = 10^3 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . Береговая линия аппроксимируется кусочно-постоянной ступенчатой функцией. Поле глубин подвергается пространственному сглаживанию в узлах расчётной области с переменным сеточным шагом [4].

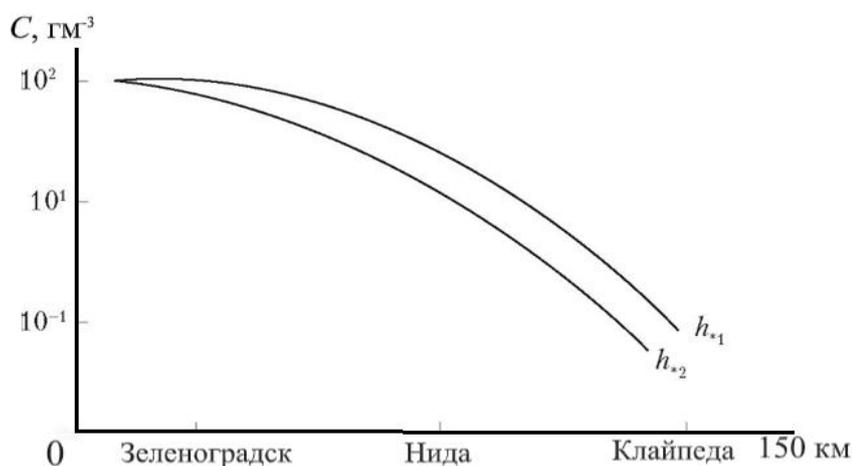


Рисунок 1 - Распределение концентрации примеси ( $C$ ) в донных осадках ( $h$ ) юго-восточной Балтики при гипотетическом техногенном сбросе ЗВ в районе Балтийского пролива.

Рассмотрена типичная гидрологическая ситуация и гипотетический источник поступления примеси, соответствующий техногенной аварии в районе Балтийского пролива. Изученный ареал значимых величин концентрации ЗВ прослеживается приблизительно на 100 км к северу от источника (рис. 1). При этом наибольшему загрязнению подвергаются прибрежные воды в районе мыса Таран. Полученные экологические выводы указывают также на процессы аккумуляции поллютантов в донных осадках моря.

#### Литература

1. Данилов-Данильян В.И., и др. Экологическая безопасность // М.: МППА БИМПА. 2007, 286 с.
2. Путырский В.Е. Политическая география // Учебник для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2019. 414 с.
3. Путырский В.Е. О методах изучения трансграничного переноса примесей, связанных со строительством морских портов // Водные ресурсы. М.: Наука, 1997. Т. 24. №2. С. 252-254.
4. Путырский В.Е., Фролов А.П. Процессы формирования ареалов загрязнений в донных осадках (на примере балтийского побережья Калининградской области) // Геоэкология. 2004. №2. С. 122-129.

### Environmental modeling of cross-border flows

V.E. Putyrskiy

*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

Abstract. The author analyzes the consequences of a hypothetical technogenic accident in the coastal zone of the Baltic sea. Hydrodynamic modeling of water circulation and distribution of pollutants from a local source is carried out. Theoretical aspects of pollution of the sea area of the Kaliningrad region of the Russian Federation and adjacent territories are studied.

Keywords: environmental problems, environment, pollutants, air and water flows, transboundary transport, mathematical modeling.

## Использование мхов *Hylocomium splendens* и *Pleurozium schreberi* для оценки атмосферных осадений ПАУ в Калининградской области

Рамазанов Б.В., Королева Ю.В.

Балтийский федеральный университет имени  
Иммануила Канта, г. Калининград, Россия,  
rbaxruz@inbox.ru

Аннотация. Для изучения особенностей атмосферного переноса и осаждения полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) использованы наземные виды мхов *Hylocomium splendens* и *Pleurozium schreberi*, в которых методом высокоэффективной жидкостной хроматографии определено 16 соединений. По полученным данным рассчитаны индексы токсичности показателей образцов и сопряженный с ними коэффициент опасности. Прослеживается динамика в сторону увеличения содержания ПАУ в восточном направлении, в соответствии с характерным для региона юго-западным переносом.

Ключевые слова: «моховая техника», ПАУ, индекс токсичности

Мхи – природные биоаккумуляторы, могут использоваться в качестве биомониторов для оценки загрязнения окружающего воздуха. Их распространенность делает их доступным материалом для анализа. В Калининградской области «моховая техника» используется для изучения атмосферных выпадений тяжелых металлов с 1995 года [1], а в 2017 году эта технология была использована для изучения переноса и осаждения ПАУ. В качестве индикаторов ПАУ выбраны плеврокарпные мхи: *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp и *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt [2].

Цель работы – пространственная оценка атмосферных выпадений ПАУ методом бриоиндикации на примере Калининградской области.

ПАУ являются стойкими приоритетными загрязнителями и в течение длительного времени продолжают оставаться в окружающей среде, нанося серьезный ущерб здоровью человека из-за своей генотоксичности, мутагенности и канцерогенности. Их уровень в окружающей среде подлежит обязательному контролю. Агентством по охране США 6 из 16 соединений ПАУ классифицированы как потенциальные мутагены и канцерогены: (benzo(a)anthracene, benzo(a)pyrene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(g,h,i)perylene and indeno(1,2,3-c,d)pyrene).

На территории региона было заложено в период с 2017 по 2019 шесть участков в направлении влияния преобладающих направлений ветров с запада на восток, от побережья Балтийского моря до границ с Литвой и Польшей. Первый – в западной части региона, на побережье Балтийского моря (ориентир п. Янтарный); второй – в центральной части региона на той же широте, что и первая точка (ориентир г. Гвардейск); третья точка – северо-восток области (ориентир г. Краснознаменск); четвертая точка – юго-восток области (ориентир оз. Виштынецкое), пятая и шестая точки – Балтийская и Куршская коса соответственно.

Отбор проб мхов проводился согласно рекомендациям международной программы ICP Vegetation. Процесс пробоподготовки состоит из традиционного метода экстракции на аппарате Сокслета, концентрировании экстракта на ротационном испарителе с последующей очисткой на колонке с адсорбентом, либо на SPE картридже C18. Аналитическое определение ПАУ проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1260 с флуориметрическим детектором и системой обработки данных Agilent OpenLAB CDS ChemStation.

Канцерогенная активность определяется индексом токсичности. Бензо(а)пирен был взят в качестве эталонного соединения, значение которого принято равным 1, и канцерогенность других соединений была рассчитана относительно него [3]. В работе для каждого вида показателя был найден индекс токсичности и связанный с ним коэффициент опасности, учитывающий концентрацию каждого загрязнителя. Согласно результатам исследования суммарный

коэффициент опасности рассматриваемых показателей оказался максимальным для Балтийской косы и составил 22,553. В то же время самый низкий уровень загрязненности атмосферного воздуха наблюдается для Гвардейского леса, суммарный коэффициент ПАУ которого равен 12,890. Однако высокие значения суммарного содержания ПАУ в образцах характерны для восточной части региона. Прослеживается тренд в сторону увеличения содержания ΣПАУ на восток, в соответствии с характерным для региона юго-западным переносом.

#### Литература

1. Air pollution: Deposition to and impacts on vegetation in (South-) East Europe, Caucasus, Central Asia (EECCA/SEE) and South East Asia / Editors: H. Harmens, G. Mills / ICP Vegetation Programme Coordination Centre, Centre for Ecology and Hydrology, Environment Centre, Bangor, Gwynedd, UK, 2014, 76 p <http://icpvegetation.ceh.ac.uk/publications/thematic.html>
2. Harmens, H., Foan, L., Simon, V., Mills, G. Terrestrial. Mosses as biomonitors of atmospheric POPs pollution // Environmental Pollution. – 2013. – V. 173. – P. 245-254.
3. Sapota A. 2002. Polycyclic aromatic hydrocarbons (bituminous substances dissolved in cyclohexane) – documentation of the proposed values of the permissible levels of professional expose. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 18: 179–208 (in Polish).

#### **Using of mosses *Hylocomium splendens* и *Pleurozium schreberi* for assessment of atmospheric deposition of PAH in the Kaliningrad region**

**Ramazanov B., Koroleva Yu.**

*Immanuel Kant Baltic Federal University,  
Kaliningrad, Russian Federation,  
rbaxruz@inbox.ru*

Abstract. To study the atmospheric transport and deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), terrestrial species of mosses *Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberi* are used, obtained by high performance liquid chromatography, 16 compounds were identified. According to the obtained test data, the toxicity indices of the samples and the associated strength factor. The dynamics is traced towards an increase in the size of PAHs in the eastward direction, in accordance with the characteristic southwestern transport for the region.

Key words: «moss technic», PAHs, toxicity index

## Сообщества зоопланктона и зообентоса Туябугузского водохранилища

Саидмахмудова Л. А.<sup>1</sup>, Нишоннов Б.Э.<sup>2</sup>

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт г.Ташкент,  
Республика Узбекистан, e-mail: lsaidmakhmudova@mail.ru, bnishonov@meteo.uz

Аннотация: Представлены результаты изучения зоопланктона и зообентоса Туябугузского водохранилища, их таксономическая структура и видовой состав. Установлено, что водохранилище характеризуется умеренным уровнем трофности.

Ключевые слова: зоопланктон, зообентос, бентофауна, Туябугузское водохранилище.

В условиях изменения климата происходит усиление влияния различных природных и антропогенных факторов на количество и качество воды водохранилищ Центральной Азии. Происходит изменение химического состава воды, что в свою очередь влияет на состояние водных экосистем, в частности на условия жизни гидробионтов.

В докладе рассматривается состояние зоопланктона и зообентоса Туябугузского водохранилища, расположенного в Ташкентской области Республики Узбекистан.

Туябугузское водохранилище (Ташкентское море) было создано для сезонного регулирования вод р. Ахангаран в ирригационных целях. Тем не менее, оно является водоемом многоцелевого использования, поэтому его экологическое состояние очень важно для ирригации и рекреации. Главными факторами, влияющими на динамику гидрохимического и гидробиологического режимов воды Туябугузского водохранилища, являются природные (физико-географические и геологические условия внешней среды) и, в меньшей степени, антропогенные, связанные с сбросами промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых сточных вод выше по течению р. Ахангаран [1].

Сообщества фитопланктона и перифитона водохранилища представлены в основном диатомовыми, сине-зелеными, зелеными, динофитовыми и эвгленовыми микроводорослями [2].

В ходе комплексных сезонных экспедиций на Туябугузское водохранилище в 2012 и 2018 годах были собраны пробы зоопланктона и зообентоса. Пробы отбирались и обрабатывались по общепринятым методикам [3,4].

За период исследования в пробах зоопланктона было обнаружено 27 видов, из которых Rotifera - 18, Cladocera - 4, Copepoda-5. Туябугузского водохранилища сообщества зоопланктона представлены: *Cephalodella* sp., *Euchlanis dilatata*, *Lecane luna*, *Lecane bulla diabolica*, *Lecane luna presumpta*, *Rotaria* sp., *Lecane quadridentata*, *Lecane unguolata*, *Mytilina ventralis*, *Trichocerca rattus carinata*, *Trichotria pocillum*, *Trichotria truncate aspinosa*, *Alona rectangula*, *Chydorus sphaericus*, *Pycnocryptus* sp., *Harpacticoida* gen. sp., *Macrocyclops albidus*, *Scapholeberis rammneri*, *Eucyclops serrulatus*, *Paracyclops* sp., *Polyarthra major*, *Trichocerca similes*, *Acanthocyclops einselei*, *Euchlanis dilatata*, *Keratella cochlearis*, *Keratella cochlearis testa*, а также копеподитные и науплиальные стадии развития циклопов. Следует отметить, что зоопланктон середины водохранилища несколько беден и представлен, в основном, коловратками: *Euchlanis dilatata*, *Keratella cochlearis*, *Keratella cochlearis testa*, *Lecane luna*, *Polyarthra major*, *Trichocerca similes*, а также копеподитными и науплиальными стадиями развития циклопов.

В составе макрозообентоса Туябугузского водохранилища было отмечено 39 видов организмов: личинки двукрылых (Diptera) – 7 видов, хирономид (Chironomidae) – 7 видов, олигохеты (Oligochaeta) – 7 видов, жуки (Coleoptera) и личинки стрекоз (Odonata) – по 4 вида, личинки поденок (Ephemeroptera) - 3 вида, моллюски (Mollusca), клопы (Heteroptera) и нематоды (Nematoda) – по 2 вида, ручейники (Hydropsyche), бокоплав (Gammarus), креветки (Decapoda).

Комплекс бентофауны Туябугузского водохранилища представлен широко распространенными пресноводно-солонатоводными b-, b-a-, a- эврисапробными видами личинок поденок *Cloeonidipterum*, *Caenismaacrura*, *Baetistransiliensis*, личинки двукрылых *Ceratopogonidaegen.sp.*, ручейниками *Hydropsyche gracilis*, креветками *Macrobrachium nipponense*

*asper*, бокоплавами *Gammarus lacustris*, жуками родов *Haliplus*, *Gyrinus*, *Coelambus*, моллюсками *Lemnaea ovata*, хирономидами *Cricotopus silvestris*, олигохетами *Nais communis*, *Stylaria lacustris*, и др.

Преобладающей группой бентосных сообществ Тюябугузского водохранилища составляет истинно донная фауна, представленная в донных отложениях илоядными формами р- сапробных видов малощетинковых червей олигохет семейства Tubificidae и личинок хирономид, подсемейства Chironomidae (до 60%) и фитофильная фауна, в зарослях высшей водной растительности, представленная b-a- сапробными видами олигохет подсемейства Naidinae, a- сапробными видами личинок стрекоз семейства Coenagrionidae, хирономид рода *Tanytarsus*, a-p- сапробными видами моллюсков *Physa acuta*, характерных для эвтрофированных и умеренно - загрязненных вод.

Биомасса зообентоса, измеренная на илистых грунтах, изменялась на разных участках в диапазоне 1708 - 5351 мг/м<sup>2</sup>.

Вниз по течению в летне-осенний период в зообентосе с повышением уровня минерализации воды увеличивается удельное соотношение эврисапробных видов и заметное количественное развитие моллюска *Physaacuta* и креветки *Macrobrachium nipponense asper*, которые предпочитают хорошо прогреваемые участки, особенно мелководья с зарослями водной растительности. В составе трофических доминантов в течение года преобладали фитофаги, детритофаги-собиратели, фильтраторы, факультативные хищники.

Таким образом, зообентосные сообщества Тюябугузского водохранилища представлены довольно разнообразными экологическими группами организмов, предпочитающими заиленные мягкие грунты и в меньшей мере, заросли водной растительности, которая развита в водохранилище умеренно или обильно, в зависимости от его накопления.

В целом, зоопланктон и зообентос Тюябугузского водохранилища по таксономическому составу и слабому количественному развитию имеет общее сходство с другими равнинными речными водохранилищами Средней Азии и характеризуется умеренным уровнем трофности и удовлетворительным качеством воды.

Качество воды Тюябугузского водохранилища по гидробиологическим показателям относится к III классу, что соответствует умеренно - загрязненным водам, ИС (индекс сапробности) – 1,84 - 2,02, экологическое состояние – АБ (удовлетворительное экологическое состояние).

#### Литература

1. Никитин А.М. Водохранилища Средней Азии. - Л.:Гидрометеиздат, 1991. - 165с.
2. Л.А.Саидмахмудова, Б.Э.Нишонов, З.Мустафаева. Сообщества фитопланктона и перифитона Тюябугузского водохранилища. Экологический вестник Узбекистана. 2019. №9 (218). С.12-13.
3. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии. Ташкент: Главгидромет РУз. - 1997. - 67с.
4. Попченко В.И., Булгаков Г.П., Тальских В.Н. Мониторинг макрозообентоса //Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А.Абакумова. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. - С.64-103.

## **Zooplankton and zoobentos communities of Tuyabuguz reservoir**

**Saidmakhmudova L. A., Nishonov B. E.**

Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan,  
e-mail: lsaidmakhmudova@mail.ru , bnishonov@meteo.uz

Abstract: The results of the study of zooplankton and zoobenthos of the Tuyabuguz reservoir, their taxonomic structure and species composition are presented. It has been established that the reservoir is characterized by a moderate level of trophy.

Key words: zooplankton, zoobentos, bentofauna, Tuyabuguz reservoir.

## Математическое моделирование овражной эрозии

**Сидорчук А.Ю.**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия,  
 fluvial05@gmail.com*

Аннотация. Предложен набор моделей расчета овражной эрозии для выбора оптимального пути оценки безопасности территории начиная с экспресс-методов определения степени риска появления оврагов и заканчивая расчетом изменения продольных профилей оврагов по динамической модели.

Ключевые слова: расчет овражной эрозии, статические и динамические модели

Модели овражной эрозии делятся на две основные группы - статические и динамические. Статические модели используются для расчета выработанных продольных профилей оврагов на конечной стадии развития (оценка «снизу») или только определения потенциально возможного места заложения оврага (оценка «сверху»). Статические модели допускают существенное уменьшение количества исходных данных, поэтому более часто используются. Самыми простыми являются методы расчета потенциала овражной эрозии для максимальных расходов воды малой продолжительности и заданной величины критической скорости потока. Это расчет максимальных длин оврагов (Зорина, 1979), где даже начальный рельеф представлен только одной величиной – перепадом высот на водосборе. Это и расчет критической скорости  $U_{cr}$  начала эрозии (Миртцхулава, 1988) и получение на цифровой модели рельефа области для каждой точки с уклоном  $S$  и площадью водосбора  $F$  потенциального превышения такой скорости и появления оврагов при максимальном слое стока  $M_{max}$ . Это и экспресс-расчет нормированной разности  $R_U$  максимального и критического для начала эрозии слоя стока по формуле

$$R_U = 1 - \frac{6.6U_{cr}}{M_{max}^{0.2}\sqrt{S_{cr}F^{0.2}}} \quad (1)$$

которая пропорциональна глубине овражного вреза.

Более сложные статические модели требуют знания функции плотности вероятности (чаще, продолжительности) величин слоя стока. В таком случае можно получать на цифровой модели рельефа распределения оценки риска овражной эрозии с учетом всего эрозионно-опасного стока (Sidorchuk, 2020). Такая информация также дает возможность применить статическую модель расчета выработанного продольного профиля оврага (Сидорчук, 1998), в которой также учитывается действие всего эрозионно-опасного стока и, кроме того, пространственная неравномерность литологии прорезаемой толщи, шероховатости и формы русла.

Наконец, динамическая модель (Sidorchuk, 2015) позволяет провести расчет как изменения морфологии конкретных оврагов во времени и в пространстве, так и овражного потенциала территории. Расчет интенсивности овражной эрозии происходит в «реальном» времени, на всех линиях тока на овражном водосборе при заданной последовательности расчетных расходов воды с учетом изменений литологии прорезаемой толщи, включая верхний слой почво-грунтов с растительностью. Динамическая модель позволяет проследить все стадии развития оврага начиная с эрозионной бороздины на склоне и кончая зрелой формой с выработанным продольным профилем. В динамической модели учитываются гравитационные процессы оползания грунтов со склонов оврагов. Имеется также блок расчета термоэрозии при наличии мерзлых грунтов. Однако для использования динамической модели требуется большое количество исходных данных. Это цифровая модель рельефа (или топографическая карта) для получения начальных профилей склонов, модель литологического сложения прорезаемой оврагами толщи, гидрографы стока воды для всего расчетного периода и эмпирические коэффициенты, входящие в модель. Из последних наиболее сложно получить коэффициенты эродированности прорезаемых овражной эрозией грунтов. Часто эти коэффициенты можно найти только путем калибровки модели. Для такой калибровки необходимы наблюдения за трансформацией продольных профилей оврагов на данной

территории.

Предлагаемый набор моделей расчета овражной эрозии позволяет выбрать оптимальный путь оценки экологической и/или промышленной безопасности территории для возможного использования. Целесообразно начинать с простейших экспресс-методов оценки «сверху», которые позволяют выделить территории с разной степенью риска появления оврагов, например, с помощью формулы (1). Потребуется исходная цифровая модель рельефа, величина максимально возможного для данного водосбора слоя стока воды и критическая скорость начала размыва поверхностного слоя грунта (обычно с растительностью). Следующим шагом будет более точный расчет овражного потенциала с использованием всего эрозионно-опасного стока. Здесь лучше всего использовать статическую модель расчета выработанного продольного профиля оврага, в которой учитывается пространственная неравномерность литологии прорезаемой толщи, шероховатости и формы русла. Наконец, для составления проекта освоения территории необходимо применить динамическую модель, что потребует проведения специальных изысканий для калибровки модели.

### Литература

1. Зорина Е.Ф. Расчетные методы определения потенциала овражной эрозии // Эрозия почв и русловые процессы. – 1979. – Вып. 7. – С. 81–89
2. Мирцхулава Ц.Е. Основы физики и механики эрозии русел. JL, Гидрометеиздат, 1988, 303 с.
3. Сидорчук А.Ю. Модель для расчета морфометрии стабильного оврага // Геоморфология. – 1998. – № 2. – С. 43–52.
4. Sidorchuk A. Gully erosion in the cold environment: Risks and hazards // Advances in Environmental Research. – 2015. – Vol. 44. – P. 139–192.
5. Sidorchuk, A. The Potential of Gully Erosion on the Yamal Peninsula, West Siberia. // Sustainability – 2020 – 12 – 260 – P. 1–17

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ (проект 18-05-60147).

### Mathematical modelling of gully erosion

**Sidorchuk A.Yu.**

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, fluvial05@gmail.com*

Abstract. The proposed set of models for calculating gully erosion allows choose the optimal way to estimate the safety of the territory, starting with express methods for determining the risk of gully erosion and ending with the calculation of changes in the gullies longitudinal profiles using a dynamic model.

Key words: calculation of gully erosion, static and dynamic models

## Исследование воздействия антропогенных факторов на фотосинтез лишайников для применения в экологическом мониторинге

Слепнёва В.О., Лихачева О.В., Волгушева А.А., Антал Т.К.  
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
биологический факультет, Москва, Россия  
E-mail: lera.ru-93@mail.ru

Расширение масштабов хозяйственной деятельности человека ведет к ужесточению антропологического воздействия на окружающую среду. Одной из актуальных научных задач современности является создание эффективных систем мониторинга состояния окружающей среды, позволяющих своевременно реагировать на экологические угрозы. Фотосинтетический аппарат растений является чувствительным сенсором токсического воздействия, состояние которого отражает состояние всего организма. Подобная восприимчивость позволяет использовать фототрофные организмы для оценки экологического состояния биоценозов высокочувствительными оптическими методами, основанными на измерении флуоресценции хлорофилла. Для мониторинга экологического состояния лесных и парковых фитоценозов часто проводят измерения флуоресценции листьев. Однако известно, высшие растения лучше переносят подобные явления, потому что имеют сложную систему регуляции и налаженный многоуровневый механизм адаптации к стрессу по сравнению с водорослями или низшими растениями с более простым строением организма. Например, лишайники, содержащие цианобионт или фикобионт, представляют собой достаточно распространенный и удобный объект для исследования в качестве биоиндикатора.

Известно, что наиболее актуальные промышленные загрязнители, такие как соли шестивалентного хрома (Cr (IV)), оказывают выраженное негативное действие, ингибируя первичные процессы фотосинтеза, фотофосфорилирование и цикл Кальвина (Pandey et al. 2013; Mathur et al. 2016; Gomes et al. 2017). Присутствие хрома так же влияет на ФС2, замедляя ресинтез D1 белка реакционного центра, нарушает перенос электронов с пигмента P<sub>680</sub> на первичный хинонный акцептор электронов Q<sub>A</sub> и приводит к реорганизации антенны ФС2 (Pandey et al. 2013; Didur et al. 2013; Mathur et al. 2016). Важным показателем состояния фототрофных организмов является эффективность функционирования фотосинтетического аппарата, которую определяют путем измерения параметров переменной и относительной флуоресценции хлорофилла ( $F_V$  и  $F_V/F_M$ ), отражающих долю световой энергии, которая может быть использована открытыми реакционными центрами ФС2, и максимальный квантовый выход преобразования энергии в ФС2.

Анализ параметров фотосинтеза *P.sulcata* показал, что обработка талломов малыми концентрациями хромата дает эффект при изменяющихся условиях среды. При увеличенном влагосодержании среды контрольные образцы показали снижение  $F_V/F_M$  на 0,051 отн.ед. (6,75%) по сравнению с обрабатываемыми 50µМ хроматом – на 0,091 отн.ед. (12,44%). В то же время для контроля  $F_V$  снизилось на 823 отн.ед. (37,8%), а для обработанных хроматом образцов уменьшилось на 871,2 отн. ед. (48,3%). Таким образом, по сравнению с контролем доля активных в темноте РЦ ФС2 сокращается, падает эффективность преобразования энергии квантов света в энергию разделения зарядов.

## Микроклиматические особенности естественных и техногенных ландшафтов на севере Западной Сибири

Соромотин А.В.<sup>1</sup>, Коленникова Т.А.<sup>2</sup>, Амо П.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> - Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия, asoromotin@mail.ru

<sup>2</sup> - Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. Сравнение микроклимата естественных лесных массивов и территорий в районе города Надыма показало, что более холодный и влажный микроклимат характерен в ночные часы для обособленных небольших массивов леса, а также для техногенных участков за пределами плотной городской застройки.

Ключевые слова: микроклимат, метеофакторы, Метеоскоп М, естественные ландшафты, городская застройка.

Измерения параметров микроклимата проводились на двух естественных участках близ города Надыма (Ямало-Ненецкий АО): в молодом обособленном сосново-лиственничном лесу на естественном песчаном массиве площадью 0,4 га (далее «анклав») с возрастом древостоя до 50 лет и в примыкающем к песчаному массиву лишайникового сосняка с кедром и лиственницей (далее «лес»). Также наблюдения проводились в городской черте в зоне максимальной застройки (далее «город») и за пределами города на техногенной площадке (далее «фон»).

Для проведения замеров на каждом из участков выбиралась ровная площадка размером 50x50 м на которой в 10-и точках на высотах 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м и 2,0 м при помощи двух приборов «Метеоскоп-М» одновременно измерялись метеофакторы: температура воздуха (°C), относительная влажность воздуха (%) в пятикратной повторности для каждой высоты. Также измерялась скорость ветра (м/с). При измерении скорости ветра нами записывались 20 показаний в течение 2 минут в каждой точке и на каждой из высот для установления максимальных и минимальных, а также средних значений скоростей за период. Замеры в лесу и анклаве проводились через каждые 6 часов в период с 14 часов 04.08.2020 по 14 часов 06.08.2020 2020 года. Замеры в городе и на фоне проводились каждый час с 18:00 06.08.2020 г. до 02:00 07.08.2020 г. и с 18:00 часов 07.08.2020 г. до 02:00 08.08.2020 г. (время местное). Всего было учтено около 8000 значений метеофакторов.

Результаты исследований микроклиматических особенностей естественных лесных ландшафтов показали, что усредненная по высоте температура приземного слоя воздуха ночью в сплошном лесу может значительно превышать наблюдаемые значения в анклаве - до 2,5 °C. При этом значения относительной влажности приземного слоя воздуха в ночные часы на анклаве заметно превышает аналогичные показатели для леса. Разница составляла до 23 %. То есть, в обособленном участке молодого леса формируются более холодный и влажный микроклимат.

Результаты исследований микроклиматических особенностей городской среды и пригородной незастроенной территорией показали, что в ночные часы приземный слой атмосферы в районе с плотной застройкой имеет более высокие значения температуры воздуха по сравнению с пригородными пустошами, максимальные различия отмечены в 00:00 часов, с разницей до 3,3 °C (рис. 1). Более высокие значения относительной влажности воздуха (RH) отмечены в 00:00 часов на пригородной незастроенной территории с разницей до 11 % в (рис. 2).

Анализ скоростей ветра, измеренных в лесу и на территории анклава, показал, что наиболее значительные отличия могут наблюдаться в дневные часы (до 2,0 м/с). При этом превышение средних значений скоростей ветра в анклаве за весь период наблюдений составил 0,58 м/с.

Измерение скоростей ветра не выявило существенных отличий между городом и пригородами, незначительные отличия выражались в более высоких значениях скоростей ветра в городе (в среднем на 0,18 м/с). В черте города максимальные скорости ветра превышали за весь период наблюдений в среднем на 0,60 м/с.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №

20-55-71004 Арктика\_т.

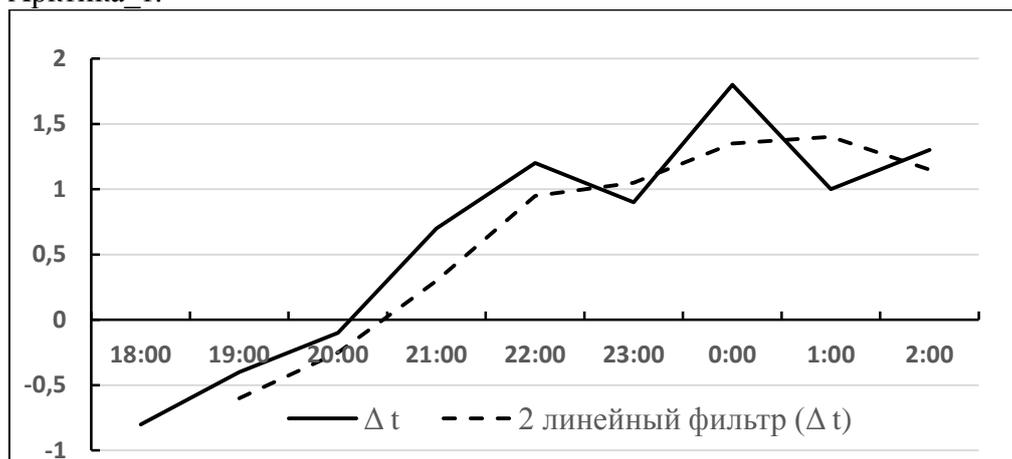


Рисунок 1 – Различия усредненных по высотам значений температуры воздуха в жилой застройке и за пределами города Надыма ( $\Delta t = t_{\text{город}} - t_{\text{фон}}$ )

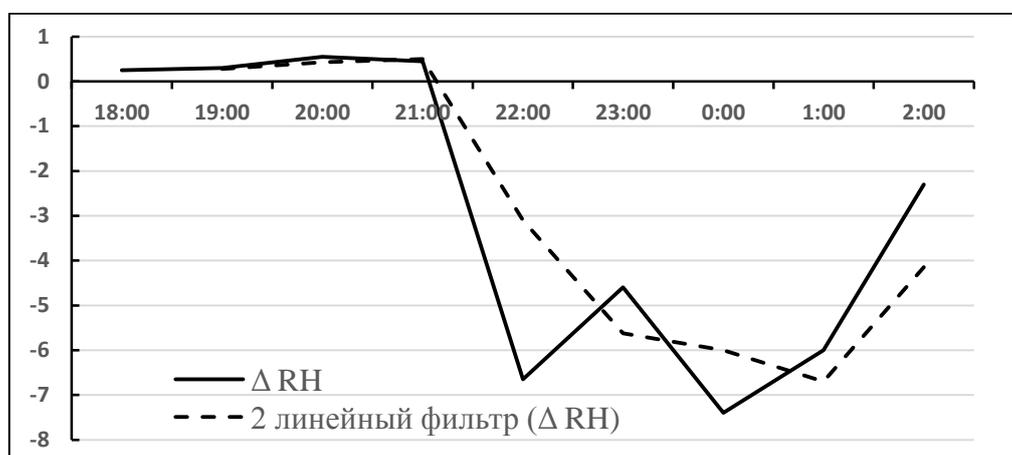


Рисунок 2 – Различия усредненных по высотам значений относительной влажности воздуха в жилой застройке и за пределами города Надыма ( $\Delta RH = RH_{\text{город}} - RH_{\text{фон}}$ )

## Microclimatic features of natural and technogenic landscapes in the north of Western Siberia

Soromotin A.V.<sup>1</sup>, Kolennikova T.A.<sup>2</sup>, Amo P.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> - Tyumen State University, Tyumen, Russia, asoromotin@mail.ru

<sup>2</sup> - Tyumen State University, Tyumen, Russia

Abstract. Comparison of the microclimate of natural forests and areas in the area of the city of Nadym showed that a colder and wetter microclimate is typical at night for isolated small forest tracts, as well as for technogenic areas outside dense urban development.

Key words: microclimate, meteorological factors, Meteoscope M, natural landscapes, urban development.

## **Экологический анализ Чирчик - Ахангаранского бассейнов и сопоставление с нозогеографической ситуацией Ташкентской области**

**Тилляходжаева З.Д.<sup>1</sup>, Махмудова К.Ш.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Научно-исследовательский гидрометеорологический институт НИГМИ при Центре гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет), Ташкент, Республика Узбекистан. tilla.79@mail.ru*

<sup>2</sup>*Отдел климатического мониторинга и опустынивания Службы загрязнения природной среды Центра гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет)*

Аннотация. Представлены применение комплексного нозогеографического подхода при анализе химического состава поверхностных водотоков Ташкентской области в условиях значительной антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: поверхностные воды, гидрохимические характеристики, здоровье населения, медицинская география.

В условиях изменения климата особую актуальность приобретает оценка водных ресурсов, формирующихся на территории Ташкентской области. Проблемы, связанные с изменениями водных ресурсов и гидрологического режима водных объектов оказывают сильное влияние на темпы экономического развития, обеспечения жизненных потребностей, рациональное природопользование, экологическую безопасность, здоровье населения, особенно в сельских районах.

Целью научного исследования является выявление нозогеографических особенностей влияния гидрохимических характеристик поверхностных вод на здоровье в сельской местности в Ташкентской области. Применение нозогеографического анализа и выявление возможных связей химического состава поверхностных вод и здоровьем населения позволит проводить мониторинг и прогнозировать распространение отдельных видов заболеваний и как следствие повысить уровень экологической безопасности. В исследовании был рассмотрен химический состав поверхностных вод Чирчикско-Ахангаранского бассейнов и количественные показатели заболеваний населения Ташкентской области.

Река Чирчик располагается к северо-востоку от г. Ташкента и простирается с северо-востока на юго-запад. Река Чирчик образовывалась слиянием рек Чаткал и Пскем. Истоками реки Ахангаран являются небольшие речки, стекающие со склонов Чаткальского и Кураминского хребтов и принимает большое количество притоков[1].

Особенно детально изучались 14 административных районов Ташкентской области. Данные гидрохимических постов были взяты за период 2004 – 2015. В качестве приоритетных показателей выбраны катионы-  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$ . Анионы  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{HCO}_3^{-}$ ,  $\text{NO}_2^{-}$ ,  $\text{NO}_3^{-}$ . Данные по заболеваемости населения в сельской местности были усреднены за период 2006 – 2015. Выбраны следующие восемь видов заболеваний: впервые зарегистрированные заболевания, общие заболевания, инфекционные и паразитарные заболевания, заболевание обмена веществ и железы внутренней секреции, заболевания крови и органов вырабатывающие кровь и влияющие на иммунную систему, заболевания системы кровообращения, заболевания системы пищеварения, заболевания мочеполовой системы, болезни новообразований отмеченные в первый раз. Разработана информационная система «гидрохимического показатели поверхностных водотоков и общей заболеваемости» с использованием ГИС технологий, и состоит из базы данных, разработанной в ACCESS, и набора проектов ArcMAP, MAPOBJECT. В задачи учитывались значения изменений в количестве минерализации воды, содержании основных ионов, органических веществ, растворенных газов и микроэлементов на наблюдательных пунктах. Данные из гидрохимического состава поверхностных водотоков (хлор, кальций, магний, гидрокарбонаты, магний, натрий, сульфат и минерализация, нитраты и нитриты) были

сопоставлены со статистическими данными общей заболеваемости сельского населения Ташкентской области[2].

Это определение территорий которые выделяются по уровню различных видов заболеваемости в данном случае по 8 видам. Следовательно, картографирование районов позволили наглядно получить схематическую информативную карту

Построенные нозогеографические карты, совмещенные с данными гидрохимических наблюдений, географически привязанными к гидрохимическим створам наблюдений, позволили визуализировать данные и провести территориальное сопоставление, что позволило построить вектора для проведения многофакторного регрессионного анализа. Также анализ гидрохимического режима поверхностных водотоков в бассейнах рек Чирчик и Ахангаран, который показал, что по длине рек возрастает концентрация химических элементов, включая рост общей минерализации, который объясняется сильным антропогенным воздействием на водные ресурсы в бассейнах рек. Результаты работы рекомендуется использовать в целях профилактики риска заболеваний в Ташкентской области по материалам регулярных наблюдений на постах гидрохимического мониторинга.

### Литература

1. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Ресурсы поверхностных вод, том 14, Средняя Азия, Вып.1, Бассейн р. Сыр-Дарьи. –Л: Гидрометеоздат, 1965. 691 с.
2. Мягков С.В., Климов С.И., Чуб В.Е. Изменение климата и здоровье населения. // Экологический вестник № 11, Ташкент, 2010. С. 12-18
3. С.В.Мягков., И.Дергачева., С.Климов., Тилляходжаева.З.Д Оценка влияния загрязнения водотоков на заболеваемость населения. // Экологический Вестник Узбекистана №2(178), Ташкент, 2016. С. 31-34

### **Environmental analysis of Chirchik - Akhangaran basins. Comparison with nozogeographical situation in Tashkent region**

**Z. D. Tillyakhodjaeva<sup>1</sup>, K.Sh.Makhmudova<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>The Scientific Research Hydrometeorological Institute of the NIGMI at the Center of the Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan (Uzhydromet), Tashkent, Republic of Uzbekistan. tilla.79@mail.ru*

*<sup>2</sup>The Department of Climate Monitoring and Desertification Service of Environmental Pollution of the Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan (Uzhydromet), kamolochka\_1909@mail.ru*

Annotation. The article presents the application of a comprehensive nozogeographic approach to the analysis of the chemical composition of surface watercourses in the Tashkent region under conditions of significant anthropogenic load.

Keywords: surface waters, hydrochemical characteristics, public health, medical geography.

## **Идентификация пластиков с помощью рамановской спектроскопии в целях мониторинга окружающей среды.**

**Тимофеева И.В., Кустикова М.А.**

*Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия, ivtimofeeva@itmo.ru*

Аннотация. В тезисах рассмотрена целесообразность идентификации частиц микропластика с помощью рамановской спектроскопии, в ходе исследования выполнено определение спектров различных типов пластиков.

Ключевые слова: пластиковое загрязнение, микропластик, рамановская спектроскопия

Загрязнение пластиком компонентов окружающей среды вызывает озабоченность его негативным воздействием на экосистемы. Мировое производство пластмасс превысило 299 миллионов тонн в год и продолжает расти, что связано с развитием нефтеперерабатывающей отрасли и широким использованием одноразовых товаров. [1] Низкая разлагаемость полимеров приводит к накоплению пластиковых частиц в естественных объектах среды. Несмотря на прочность синтетических полимеров, крупные пластиковые изделия могут подвергаться процессам фрагментации, в основном в результате механической деструкции, вызванной истиранием песком или воздействием волн, живых организмов, также деструкцию интенсифицирует фотохимический процесс. Таким образом, частицы становятся меньше, а для их идентификации необходимы современные высокоточные аналитические методы. [2]

Достоверная оценка риска должна основываться на репрезентативных данных о количественном и качественном составе пластиковых частиц в средах. Рамановская спектроскопия - незаменимый инструмент для анализа мелких микропластиков (<20 мкм). [3, 4]

Целью данной работы является рассмотрение целесообразности использования рамановской спектроскопии для определения частиц пластиков.

Задачи:

1. Обсудить недостатки спектроскопии комбинационного рассеяния;
2. Привести доступные решения, которые способствуют улучшению процесса идентификации пластиков;
3. Выполнить определение спектров различных типов пластиков.

Рамановская спектроскопия позволяет высокоточно идентифицировать любые молекулы, тем не менее, использование данного метода далеко не массовое, отчасти из-за недостатков, таких как длительное время измерения, склонность к спектральным искажениям, вызванным флуоресценцией, а также дорогостоящее аналитическое оборудование.

Слабый сигнал, интерференцию и флуоресценцию можно устранить, выполнив соответствующую пробоподготовку. Для идентификации необработанных образцов возможно применение более эффективных детекторов, а также большее количество измерений и увеличения времени идентификации без ущерба для репрезентативности. Решение проблемы мониторинга частиц микропластика в компонентах окружающей среды возможно достигнуть за счет использования нелинейных рамановских методов в сочетании с проточной цитометрией. Данные методы будут развиваться в будущем, пока основной задачей является точная качественная, количественная и размерная идентификация частиц и сбор данных.

В ходе работы авторами выполнено определение спектров различных типов пластиков с помощью аналитической системы OPTEC-785TRS-1800 (аналитический блок ONDAX SureBlock XLF-CLM сопрягаемый с базовым аналитическим блоком системы OPTEC-785H).

Основные технические характеристики:

- 1) Длина волны лазерного излучения - 785 нм
- 2) Мощность лазерного излучения на  $\lambda=785$  нм регулируемая, не менее (0...100 мВт).
- 3) Доступный спектральный диапазон спектрометра, не менее -100 ...-10  $\text{см}^{-1}$ , 10...1800  $\text{см}^{-1}$ .
- 4) Спектральное разрешение спектрометра в анализируемой области спектра, не ниже 3,5  $\text{см}^{-1}$ .

- 5) Отношение сигнал/шум при мощности лазера 20 мВт, не менее 50.
- 6) Время экспозиции при получении анализируемого спектра вещества 0,1...600 сек.

Принцип действия прибора основан на том, что при освещении образца монохроматическим излучением в спектре рассеянного излучения появляются частоты, смещенные относительно возбуждающей линии. Этот дополнительный спектр соответствует колебательно-вращательным переходам в молекулах исследуемого вещества и называются спектром комбинационного рассеяния (КР) или рамановским спектром.

Нами были проанализированы образцы самых популярных пластиков различного цвета с целью подбора оптимальных условий измерений и устранения флуоресценции образцов. PET (прозрачный, синий, коричневый, зеленый) на мощности лазера 30-90%, времени экспозиции 15-25сек. PE (прозрачный) на мощности лазера 60%, времени экспозиции 30 сек. HDPE (белый, синий, красный) на мощности лазера 60%, времени экспозиции 60 сек. LDPE (белый, синий) на мощности лазера 60%, времени экспозиции 10-30 сек. ESP (белый) на мощности лазера 60%, времени экспозиции 180 сек. PS (прозрачный) на мощности лазера 60%, времени экспозиции 50 сек.

На основе данных измерений были получены эталонные спектры, применимые для дальнейшей идентификации образцов пластиков, полученных из компонентов окружающей среды. Данный метод позволяет определять основное вещество, вне зависимости от присадок и красителей.

#### Литература

1. Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G., Reisser, J. Plastic pollution in the World's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. PLoS. 2014. One 9, e111913.
2. Araujo C. F., Nolasco M. N., Ribeiro M.P., Ribeiro-Claro P.J.A. Identification of microplastics using Raman spectroscopy: Latest developments and future prospects. Water Research. 2018. V.142. P. 426-440.
3. K ppler A., Fischer D., Oberbeckmann S., Schernewski G., Labrenz M., Eichhorn K.J., Voit B. Analysis of environmental microplastics by vibrational microspectroscopy: FTIR, Raman or both? Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2016. V. 408. P. 8377–8391.
4. Rocchia M., Ruff I., Vianello A. Microplastic identification and characterization by Raman imaging spectroscopy. Thermo Fisher Scientific. 2017. WP52981 E 10/17M

### Identification of plastics using Raman spectroscopy for environmental monitoring.

**Irina V. Tmofeeva, Marina A. Kustikova**

*ITMO University, Saint-Petersburg, Russia, ivtmofeeva@itmo.ru*

Abstract. In the abstracts, the feasibility of determining microplastics using Raman spectroscopy is considered.

Key words: plastic pollution, microplastics, Raman spectroscopy

## Поступление тяжелых металлов с атмосферными осадками в Вислинский и Куршский заливы Балтийского моря

Топчая В.Ю.<sup>1</sup>, Чечко В.А.<sup>1</sup>, Котова Е.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36, e-mail: piwis@mail.ru*

Аннотация. Представлены результаты натурных исследований и модельных расчетов потоков тяжелых металлов (свинца и кадмия), с атмосферными осадками в Вислинский и Куршский заливы Балтийского моря.

Ключевые слова: тяжелые металлы, свинец, кадмий, атмосферные осадки.

Вислинский и Куршский заливы являются крупнейшими мелководными бассейнами лагунного типа Балтийского моря, расположенными в его юго-восточной части. Они являются зонами множественного хозяйственного использования. Так, оба залива соединяются с морем судоходными каналами с интенсивным круглогодичным судоходством, по берегам которых строятся новые причалы и портовые комплексы, в акваториях заливов осуществляется активный рыбный промысел и ведется добыча нерудных полезных ископаемых, в последние годы возрастает их значение как зон рекреации. Все это, безусловно, усиливает антропогенную нагрузку на водоемы. В целях разработки эффективной модели контроля окружающей среды требуется интенсификация исследований всех компонент водных экосистем, особенно структуры и режима антропогенных атмосферных потоков, как вероятных источников разнообразных загрязнений.

Цель данной работы - на основе натурных исследований и модельных расчетов оценить потоки тяжелых металлов (свинца и кадмия) с атмосферными осадками в Вислинский и Куршский заливы Балтийского моря.

Пробы атмосферных осадков отбирались в точках, расположенных на берегу Вислинского и Куршского заливов, с помощью пластиковых осадкосборников [1]. Методом ультрафильтрации через мембранные ядерные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм выделяли нерастворимую компоненту атмосферных осадков. Определение элементного состава нерастворимой фракции, выделенной на фильтры, производилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП МС). Погрешность определения не превышала 10%.

Модельные расчеты осуществлялись при помощи модели HYSPLIT4 и данных ре-анализа метеорологических элементов NCEP/NCAR [2]. При расчетах бралось во внимание, что осаждение атмосферными осадками способствуют сжатию спектра размеров частиц к субмикронному диапазону 0.1-1 мкм, для которых характерны минимальные значения скорости сухого осаждения [3]. Концентрация примеси  $C_{ij}$  в приземном воздухе исследуемой территории, созданная в результате выбросов  $Q_{ij}$  примеси на поверхности в ячейке сетки с координатами  $(ij)$ , вычислялась по формуле:  $C_{ij} = Q_{ij} \times Z_{ij}$ , (1) где  $Z_{ij}$  – функция чувствительности к потенциальным источникам примеси в ячейке  $(ij)$ . Величина ее рассчитывалась по массиву обратных траекторий. Она определялась не только количеством траекторий, прошедших через ячейку  $(ij)$ , но и качеством поверхности, над которой происходит перенос примеси, а также зависела от характеристик атмосферы по пути переноса (высота слоя перемешивания, атмосферные осадки), длины пути и длительности переноса. Предполагался перенос свинца и кадмия в атмосфере как пассивной примеси на атмосферных микрочастицах субмикронного размера [4; 5]. Суммируя вклады от всех ячеек, была получена концентрация примеси в воздухе над исследуемой территорией, для которой строились обратные траектории. Для каждого сезона концентрации примеси в воздухе, создаваемые отдельными источниками, определялись по формуле (1), а затем, суммируя (по  $j$ ) вклады всех источников, рассчитывалась средняя концентрация примеси  $C_j$  в районе пункта наблюдений, которую создают все источники. Осаждение на единицу площади  $D_j$  за месяц/год (поток на поверхность) оценивался по формуле:  $D_j = C_j \cdot T \cdot K_j$ , (2) где  $C_j$  – средняя

сезонная/годовая концентрация примеси в воздухе;  $T$  – длительность месяца/года;  $K_j$  – скорость осаждения примеси на поверхность.

Содержание кадмия в пробах, собранных на берегу Куршского залива варьировало от 0,7 до 9,2 мкг/г, а свинца – от 26 до 122 мкг/г. Для проб, собранных на берегу Вислинского залива показатели содержания Cd варьировали от 0,6 до 6,2 мкг/г, а Pb – от 23,4 до 163 мкг/г. При этом и по кадмию, и по свинцу показатели были выше в теплый период года, по сравнению с холодным. Концентрации микрочастиц и тяжелых металлов, как правило, резко возросли, когда атмосферные осадки выпадали после длительного сухого периода.

По натурным данным весенний поток кадмия с атмосферными осадками составлял в среднем 48 мкг/м<sup>2</sup>/месяц, свинца – 667 мкг/м<sup>2</sup>/месяц. По модельным расчетам значение потока кадмия с атмосферы равнялось 50 мкг/м<sup>2</sup>/месяц, а свинца – 600 мкг/м<sup>2</sup>/месяц.

По натурным данным в летний период поток кадмия с атмосферными осадками составлял в среднем 275 мкг/м<sup>2</sup>/месяц, свинца – 8965 мкг/м<sup>2</sup>/месяц. По модельным расчетам значение летнего потока кадмия с атмосферными осадками составляло 180 мкг/м<sup>2</sup>/месяц, а свинца – 2200 мкг/м<sup>2</sup>/месяц.

По натурным данным осенний поток кадмия с атмосферными осадками составлял в среднем 101 мкг/м<sup>2</sup>/месяц, свинца – 2298 мкг/м<sup>2</sup>/месяц. По модельным расчетам значение потока кадмия с атмосферными осадками составляло 163 мкг/м<sup>2</sup>/месяц, а свинца – 2016 мкг/м<sup>2</sup>/месяц.

Сопоставление расчетов потоков на основании натурных данных и модельных расчетов показали, что значения потока свинца с атмосферными осадками для всех сезонов превышали значения модельных расчетов, по кадмию превышение над модельным расчетом выявлено только в летний сезон.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант р\_мол\_а №19-45-393007) и правительства Калининградской области РФ.

#### Литература

1. Топчая В.Ю., Шевченко В.П. Исследование рассеянного осадочного вещества, поступающего с дождевой водой на побережье юго-восточной части Балтийского моря // Современные тенденции развития науки и технологий. Сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции 31 декабря 2015 г. / Под общей редакцией Е.П. Ткачевой. Белгород: ИП Ткачева Е.П., 2015. № 9, часть III. С. 18–24.
2. Draxler R.R. and Rolph G.D. HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website 2003. (<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>).
3. Гальперин М., Софиев М., Гусев А., Афиногенова О. Подходы к моделированию трансграничного загрязнения атмосферы Европы тяжелыми металлами: М., ЕМЕП/МСЦ-В, 1995. Отчет 7/95. 85 с.
4. Ровинский Ф.Я., Громов С.А., Бурцева Л.В., Парамонов С.Г. Тяжелые металлы: дальний перенос в атмосфере и выпадение с осадками // Метеорология и гидрология. 1994. № 10. С. 5- 14.
5. Виноградова А.А., Пономарева Т.Я. Атмосферный перенос антропогенных примесей в арктические районы России (1986-2010 гг.) // Оптика атмосферы и океана. 2012. Т. 25. № 6. С. 475-483.

## **Supply of Heavy Metals by Atmospheric Deposition to the Vistula Lagoon and Curonian Lagoon of the Baltic Sea**

**Topchaya V.Yu.<sup>1</sup>, Checkko V.A.<sup>1</sup>, Kotova E.I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, 36, Nahimovskiy prospekt,  
Moscow, Russia, 117997, e-mail: piwis@mail.ru*

Abstract. The results of field studies and model calculations of heavy metals (lead and cadmium) fluxes, with atmospheric precipitation to the Vistula and Curonian Lagoons of the Baltic sea are presented.

Key words: heavy metals, lead, cadmium, atmospheric precipitation.

## Методология выбора параметров водных объектов для интегральной оценки их экологического статуса на основании имитационного моделирования

Третьяков В.Ю.<sup>1,2</sup>, Дмитриев В.В.<sup>1</sup>, Клубов С.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> – Российский Государственный Гидрометеорологический университет,

Санкт-Петербург, Россия

v\_yu\_tretyakov@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается методология применения компьютерного имитационного моделирования функционирования водных экологических систем для выбора их параметров, наиболее информативных для интегральной оценки экологического статуса экосистем.

**Ключевые слова:** параметры интегральной оценки экосистем, имитационное моделирование

Современный глобальный экологический кризис вызван главным образом отравлением биосферы Земли антропогенными загрязняющими веществами. Прогноз поведения экосистем и поиск их самых слабых элементов невозможны без применения компьютерного имитационного моделирования. Имитационные модели функционирования водных экологических систем отражают современный уровень знаний целого комплекса естественных наук [1, 2]. Все загрязняющие вещества антропогенного происхождения подразделяются на вещества индивидуально-токсического и тотально-экологического воздействия. Первые имеют свойства накопления в организмах гидробионтов, они непосредственно воздействуют на их физиологические процессы и вызывают отравление организмов. Вторые не опасны для отдельных организмов гидробионтов в концентрациях, при которых они встречаются в водных объектах, но их антропогенное поступление приводит к кардинальной перестройке биогеохимических циклов в водных экосистемах, смене доминантов и самих экосистем. Примером подобного процесса является антропогенное эвтрофирование, вызываемое поступлением в водные объекты веществ, содержащих азот и фосфор. Другой пример — поступление легкоокисляющихся органических веществ антропогенного происхождения, вызывающее падение содержания растворённого в воде кислорода. Обычно два эти процесса происходят одновременно: естественно, что органические вещества содержат азот и фосфор. Естественное эвтрофирование экосистем водоёмов является природным процессом их эволюции, вызываемым поступлением азота и фосфора с водосборов, их частичным накоплением в донных осадках и сокращением средней глубины водоёмов из-за накопления донных осадков. Этот процесс из-за антропогенных воздействий приобретает специфические черты и превращается в антропогенное эвтрофирование [3].

Оценка экологического статуса водного объекта необходима для оценки «расстояния», на которое подвергающаяся антропогенному воздействию экосистема «отошла» в многомерном пространстве своих параметров от своего естественного состояния. Если антропогенное воздействие продолжается в течение продолжительного периода времени, что характерно для большинства экосистем с высокой плотностью населения, урбанизацией, сельскохозяйственной освоённостью и развитием промышленности, то это «расстояние» необходимо измерять между современным реальным положением экосистемы и её современным теоретическим положением в результате естественной эволюции при отсутствии антропогенных воздействий. Это возможно только на основании результатов имитационного моделирования экосистемы. Разумеется, любая имитационная модель по своей структуре и имитируемым процессам на много порядков проще своего природного прототипа. Однако она обладает свойствами сложности и эмергентности, из-за которых свойства системы в целом не сводятся к простым суммам свойств отдельных её частей. Имитационная модель позволяет изучать сложные взаимодействия различных факторов при имитации антропогенных воздействий подобно тому, как простые модели популяционной динамики «хищник-жертва» и конкуренции двух и более видов за ограниченный ресурс позволили

прояснить многие аспекты экологии популяций. Суммарное воздействие на экосистему различных антропогенных факторов носит сложный характер. Так, совместное поступление в экосистему биогенных элементов (азота и фосфора), и токсикантов может привести к замедлению и даже остановке процесса антропогенного эвтрофирования из-за подавления токсикантами первичной продукции фитопланктона. При совместном поступлении различных токсикантов возможны следующие формы их воздействий на гидробионты: аддитивное действие, антагонизм, синергизм, и сенсбилизация. Оценка состояния водных экосистем с помощью показателя УКИЗВ не учитывает особенности воздействия на них ни совместного поступления биогенных элементов, органики и токсикантов, ни совместного поступления различных токсикантов. Эти эффекты могут быть изучены и учтены только с помощью имитационного моделирования. Необходимо отметить широкое использование имитационных моделей при исследованиях функционирования экосистем водоёмов и морских акваторий [4].

Имитационные модели должны также привлекаться для решения двух взаимосвязанных задач: определения параметров водных экосистем, необходимых и достаточных для оценки их экологического статуса; определения параметров окружающей среды, наиболее информативных и достаточных для оценки экологического статуса водных объектов, и при этом подходящих в качестве показателей, определяемых при мониторинге. Предлагается следующий подход: при многокритериальной оценке экологического статуса экосистемы значение 1 интегрального показателя означает её ненарушенное природное состояние, а 0 — катаценоз, полное разрушение исходной экосистемы. Проведение численных экспериментов на имитационных моделях позволяет ранжировать параметры по степени их важности для оценки экологического статуса водных экосистем. При этом многие параметры функционирования экосистемы доступны для определения только на моделях, а в реальности их определение крайне затруднительно. Поэтому следующий этап исследования модели: определение параметров экосистемы, наиболее информативных для определения её экологического статуса и при этом приемлемых для мониторинга природного объекта. Затем на модели определяется необходимая и достаточная частота мониторинга в течение года с учётом различных сценариев поступления в экосистему биогенных элементов, органики и токсикантов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-05-00683-А «Теоретико-методологическое обоснование, математический аппарат и модели интегральной оценки экологического статуса и экологического благополучия водных объектов».

#### Литература

1. Меншуткин В.В., Руховец Л.А., Филатов Н.Н. Моделирование экосистем пресноводных озёр (обзор) 2. Модели экосистем пресноводных озёр // Водные ресурсы. 2014. Т. 41. № 1. С. 32-45. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_20915592\\_14987466.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_20915592_14987466.pdf)
2. Кондратьев С.А., Шмакова М.В. Математическое моделирование как основа планирования рационального использования водных ресурсов // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2017. № 48. С. 85-93. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_30744921\\_42100350.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_30744921_42100350.pdf)
3. Фрумин Г.Т., Пашукова Ю.В. Динамика поступления биогенных элементов в Псковское озеро со стоком реки Великая // Экологическая химия. 2018. Т. 27. № 2. С. 86-91.
4. Владимирова О.М., Еремина Т.Р., Исаев А.В., Рябченко В.А., Савчук О.П. Модельные оценки составляющих баланса азота и фосфора в экосистеме Финского залива // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2018. № 53. С. 72-82. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_36928471\\_57467477.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36928471_57467477.pdf)

## **Methodology of aquatic objects parameters selection for integral assessment of the objects ecological status on the base of computer simulation**

**Tretyakov V.Yu.<sup>1,2</sup>, Dmitriev V.V.<sup>1</sup>, Klubov S.M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia*

<sup>2</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia*

*v\_yu\_tretyakov@mail.ru*

Abstract. There are considered methodology of computer simulation of aquatic ecosystems functioning application for selection of the ecosystems parameters, which are the most informative ones for the ecological status assessment.

Key words: parameters of ecosystems integral assessment, computer simulation

## Специальные вопросы обработки данных о качестве поверхностных вод

Урусова Е.С.<sup>1</sup>, Шелутко В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, urusova@rshu.ru*

<sup>2</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. В работе приведены результаты многолетних комплексных исследований, посвященных анализу особенностей рядов гидрохимических наблюдений. Приводятся методы учета некоторых выявленных особенностей, опробованные на различных водных объектах.

Ключевые слова: качество поверхностных вод, статистическая обработка данных, неэквилигентность

При оценке загрязненности рек с высокой антропогенной нагрузкой важно получить достоверный результат для принятия грамотных экологически значимых решений. Чаще для анализа и оценки загрязненности рек используют осредненные характеристики за какой-либо период. А результаты первичных наблюдений редко используют на практике. При этом первичному анализу уделяется недостаточно внимания. Однако, первичный анализ рядов наблюдений за гидрохимическим режимом рек может показать много интересных особенностей, которые необходимо учитывать при статистической обработке данных наблюдений.

К настоящему времени установлен ряд особенностей рядов первичных данных гидрохимических наблюдений, которые не укладываются в рамки принятых теоретических положений [5, 7].

Во-первых, число измерений концентраций содержащихся в воде веществ в год в каждом пункте наблюдений менялось в течение всего периода наблюдений от 2-3 до 7-12. Следовательно, исходные ряды данных наблюдений за концентрациями являются неоднородными по числу наблюдений в год [1, 3, 4].

Во вторых, значения измеренных концентраций в значительной степени зависят от расходов воды в период отбора проб и, следовательно, являются не однородными по условиям своего формирования. В связи с этим было показано [1, 4, 6], что расчет средних годовых концентраций путем осреднения измеренных за год значений концентраций, как это чаще всего делается в настоящее время, возможен только в том случае, если расходы воды при отборе проб остаются одинаковыми.

В третьих, даты отбора проб на химанализ назначаются зачастую достаточно произвольно или ориентируясь на фазы гидрологического режима. По-этому возможные интервалы между измерениями могут достигать и 12 дней и двух и трех месяцев. Таким образом, исходные ряды данных наблюдений являются не эквилигентными, т.е. измерения освещают разные периоды времени. Это означает, что расчет каких либо средних величин путем простого арифметического осреднения невозможен [2, 4, 7].

В четвертых, обычно в исследованиях загрязнения речной сети наибольшее внимание уделяется анализу средних значений показателей экологического состояния окружающей среды. При этом, не учитываются, или учитываются в недостаточной степени, возможные отклонения действительных значений показателей от их средних значений. Между тем, именно эти отклонения определяют возможные экстремальные значения, вызванные неблагоприятным сочетанием различного рода антропогенных и естественных факторов, и представляют часто не меньший, а может быть и больший практический интерес, чем осредненные характеристики. Действительно, практическая значимость изменений средних значений характеристик экологического состояния может и, как правило, проявляется в многолетней перспективе, когда еще есть возможность принятия мер по обеспечению экологической безопасности. В отличие от

этого экстремальные значения характеристик экологического состояния, связанные с загрязнением природной среды, чаще всего проявляются немедленно и нередко сказываются в изменении общей экологической ситуации, как минимум, на ближайшую перспективу. Именно эти резкие отклонения характеристик экологического состояния от среднего значения часто определяют экологическую безопасность не только в каком-то микрорайоне, но и на больших территориях, включающих целые регионы. [3, 7]

В докладе приводятся авторские методы учета указанных обстоятельств. В том числе приводится комплексная методика оценки средних годовых концентраций и объемов годового стока растворенных веществ с учетом водности и неэквидистентности геоэкологической информации. Также приведены результаты работы над разработкой методики по учету выбросов в исходных рядах наблюдений. Представлены результаты исследований по учету указанных особенностей гидрохимической информации. Показывается, что не учет этих особенностей гидрохимической информации часто приводит к серьезным ошибкам в расчетах и оценке экологического состояния водных объектов.

### Литература

1. Колесникова Е.В. Развитие теории и методов оценки загрязнения речных вод. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук / Рос. гос. гидрометеорол. ун-т (РГГМУ). Санкт-Петербург, 2008
2. Смыжова Е.С. Оценка стока биогенных веществ с учётом особенностей гидрохимической информации (на примере реки Великой). Автореферат дис. ... кандидата географических наук / Рос. гос. гидрометеорол. ун-т (РГГМУ). Санкт-Петербург, 2010
3. Урусова Е.С., Шелутко В.А., Жигало А.Ю. Вопросы применения методики комплексного учета особенностей гидрохимической информации для оценки загрязненности рек. В сборнике: Водные ресурсы: изучение и управление (лимнологическая школа-практика) Материалы V Международной конференции молодых ученых. 2016. С. 383-387.
4. Урусова Е.С. Применение методики комплексного учета особенностей гидрохимической информации при оценке стока биогенных веществ. Общество. Среда. Развитие. 2017. № 1 (42). С. 88-92.
5. Урусова Е.С. Вопросы применения методов статистической обработки данных гидрохимических наблюдений. Метеорологический вестник. 2017. Т. 9. № 2. С. 216-220.
6. Шелутко В.А., Мулява А.В. Влияние учета особенностей гидрохимической информации на результаты расчета стока биогенных веществ по р. Луга. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2015. № 40. С. 203-213.
7. Шелутко В.А., Урусова Е.С. Методические основы учета особенностей геоэкологической информации при оценке пространственно-временной динамики загрязненности речных вод. В сборнике: Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод Материалы научной конференции с международным участием. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт». 2015. С. 337-339

### Specific issues for processing surface water quality data

Urusova Elena<sup>1</sup>, Shelutko Vladislav<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, urusova@rshu.ru

<sup>2</sup> – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. The paper presents the results of many years of comprehensive research on the analysis of characteristics of the series of hydrochemical observations. The methods of accounting for some of the identified features tested on various water bodies are presented.

Key words: surface water quality, statistical data processing, non-equidistance.

## Влияние долговременных климатических изменений на состояние Арктической экосистемы

Хохлова Л.П., Мандрыка О.Н.

ФГБОУ ВО «РГГМУ», Санкт -Петербург, Россия, e-mail: luchia-hohlova@yandex.ru

Аннотация. Проанализированы долговременные тренды потепления Арктики. Показаны негативные изменения в сообществах крупных млекопитающих и птиц через нарушение местообитаний, кормовой базы и репродуктивных возможностей.

Ключевые слова: Арктика, изменения климата, лед, млекопитающие, птицы, беспозвоночные.

Потепление климата с особой интенсивностью проявляется в Арктике. Регулярные гидрометеорологические наблюдения, начатые на рубеже 19 и 20 веков, говорят о двух пиках повышения температуры воздуха и морской воды в высоких широтах. Первое потепление продолжительностью 35 лет датируется 1929 г., второе началось в 1989 г. и длится до сих пор (Voitsov et al. 2009, 2012; Трофимов и др., 2018). Сокращается ледовый покров, истощается и деформируется вечная мерзлота. Согласно данным спутниковых наблюдений площадь арктических льдов за последние тридцать лет уменьшилась на 30 %.

Процесс развивается по принципу цепной реакции все более ускоряясь, поскольку темная поверхность (вода или почва) способна поглощать большее количество тепла, чем светлые участки, такие как снег и лед. Значение альбедо в Арктике меняется в пределах 70-86%, летом эта величина опускается до 65%, в связи с более интенсивным таянием снега. Эти процессы усиливают прогревание почвенного покрова и атмосферного воздуха. Наибольший рост значений температуры в нижних слоях атмосферы наблюдается осенью, когда морской лед в полярных районах тает к концу лета. Раннее таяние снега ускоряется более ранним и более сильным потеплением поверхности земли, которая более не имеет снежного покрова.

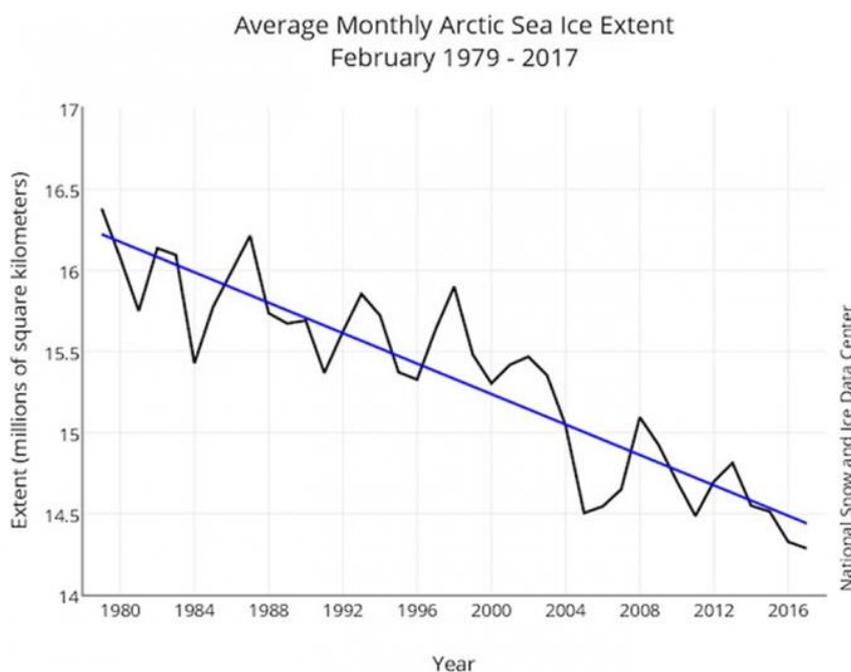


Рисунок 1 - Средняя площадь арктических льдов в феврале в период с 1979 по 2017 гг.  
[\[https://follow.mosaic-expedition.org\]](https://follow.mosaic-expedition.org)

При таянии вечной мерзлоты замороженные в ней останки растений и животных начинают разлагаться, выделяя в атмосферу углекислоту и метан, тем самым ускоряя дальнейший процесс

потепления.

Жизненный цикл арктических морских млекопитающих во многом связан со льдом и к этому у них имеются уникальные адаптации морфологического, физиологического и поведенческого плана. Биологическая продуктивность океана и биоразнообразие кормовой базы выступают как лимитирующий фактор сохранения стабильности популяций позвоночных. Лед также является местообитанием микроскопических водорослей, ракообразных и других планктонных организмов, входящих в арктические пищевые цепи (Cameron et al. 2010).

Белый медведь, *Ursus maritimus*, населяет территорию пяти арктических стран: США (Аляска), Канады, России, Гренландии и Норвегии (Шпицберген). Размер его охотничьей территории огромен и зависит от двух факторов: качества льда и доступности пищи. Животные совершают протяженные миграции, перемещаясь из высоких широт, где они обитают летом, ближе к берегу зимой. Прогнозируемая потеря морского льда непоправимо нарушит эту закономерность (Durner et al. 2009). Подходящий для обитания вида лед сохранится к северу от Гренландии и Канадского архипелага, где найдет пристанище резко сократившаяся по численности популяция. Животным из Евразии и с Аляски придется либо совершать непривычно протяженные миграции, что не оправданно энергетически, либо оставаться на суше в летний период.

Моржи двух подвидов *Odobenus rosmarus rosmarus* и *O. r. divergence* широко распространены на территории Арктики. (Lindqvist et al. 2008). Они питаются донными беспозвоночными, среди которых доминируют зарывающиеся в грунт (Sheffield & Grebmeier 2009; Skoglund et al. 2010). Моржи образуют пары на кромке паковых льдов зимой, а поздней весной производят потомство на морском льду. Льды постоянно используются для лежбищ в течение года, а также гарантируют убежище от штормов и хищников.

Потепление уже привело к ацидофикации Мирового океана, особенно в Арктике (AMAP 2013; Mathis 2011). Снижение pH воды препятствует ее насыщению карбонатными ионами, что в свою очередь нарушает рост, развитие и выживание кальцифицированных беспозвоночных – основной пищи моржей.

Эндемик Арктики – гренландский тюлень *Phoca groenlandica*, не может обойтись без льда для отдыха, размножения и рождения детенышей. В его рацион входит промысловая рыба мелких размеров, а также кальмары. Те в свою очередь потребляют планктон, водоросли и ракообразных. Снижение кормовых качеств рыбы или нарушение отдельных звеньев пищевой цепи ведет к недополучению популяцией тюленей энергии, необходимой для поддержания тепла в холодных водах. Если кормящая мать не в состоянии обеспечить себя достаточным количеством пищи для производства молока, она попросту бросает щенка. Сами тюлени служат пищей китов-убийц и акул в пищевой цепи.

Несмотря на медленную реакцию донных беспозвоночных на температурные изменения, уже сейчас доказано, что в Баренцевом и Карском морях арктические виды вытесняются бореальными и наблюдается рост биомассы эпифауны над инфауной (Манушин и др., 2012). Подъем температура воды у побережья Северной Америки на 1-2 градуса в 2015-2016 гг. привел к серьезным последствиям для всей морской экосистемы. Произошла гибель около миллиона тонкоклювых кайр, которые в гнездовое время образуют огромные птичьи базары (Piatt et al., 2020). Было потеряно две трети производителей - взрослых размножающихся птиц. Среди причин гибели: ухудшение кормовых качеств рыбы; миграция нескольких видов рыб в более холодные регионы и замена крупных видов мелкими; отравление токсинами от «цветения» водорослей всей пищевой цепи. Большие концентрации токсинов обнаружены как в тканях живых и погибших птиц, так и в кормовых объектах: рыбах и беспозвоночных (Hemert et al, 2020).

## Эмиссии ПГ от использования технологий в транспорте по снижению отработанных газов в Казахстане

Чередниченко А.В.<sup>1</sup>, Чередниченко А.В., Чередниченко В.С.<sup>2</sup>, Джайлаубеков Е.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> АО Жасыл Даму Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК

<sup>2</sup> НИИ проблем биологии и биотехнологий КазНУ им. аль Фараби

<sup>3</sup> Казахская Академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева.

Аннотация. Представлены подходы, для осуществления расчетов эмиссий CO<sub>2</sub> образующихся при использовании технологии очистки выхлопных газов на основе мочевиновых катализаторов. Показано, что основным источником эмиссий является грузовой дизельный транспорт, при этом осуществлять расчеты целесообразно с 2010 года, а не с 2005, как на том настаивает ряд зарубежных экспертов.

Ключевые слова: эмиссии, технологии очистки, катализаторы, мочевиновые присадки, возраст автопарка, доля транспорта, стандарты Евро.

Учет присадок (катализаторов на основе мочевины) для автомобильного сектора в Казахстане делается впервые. Данная задача, в рамках проведения Национальной инвентаризации ПГ до последнего времени не осуществлялась, так как считалось, что автомобильный парк РК довольно старый, в то время как необходимость в таких расчетах имеет смысл для относительно «молодых» автомобилей. Однако, после рекомендаций экспертов по обзору, сделанных во время ревью 2019 г, это стало одним из обязательных пунктов. Соответственно, пришлось решить несколько подзадач:

- определение временного периода, для которого имеет смысл учитывать использование каталитических конверторов;
- Оценка общего возраста автопарка страны;
- Оценка числа автомобилей использующих различные типы топлива;
- Оценка количества автомобилей, которые используют технологии каталитических конверторов;
- Оценка объема топлива, используемого в автомобилях, оснащённых каталитическими конверторами;
- Оценка количества используемых присадок;
- Расчет эмиссий CO<sub>2</sub> от использования мочевиновых присадок;
- Суммирование эмиссий CO<sub>2</sub> от всех типов автомобилей использующих технологию мочевиновых присадок.

Выполненные расчеты позволяют сказать, что доля эмиссий от использования мочевиновых присадок довольно маленькая и в среднем равна около 0,24% к эмиссиям CO<sub>2</sub>, образованных от прямого сжигания топлива в категории «Дорожный транспорт». Напомним, что согласно Решению МКЭИК 24/СР19 параграф 37 [9], эти эмиссии можно было бы не учитывать. Однако, с учетом затраченного времени и проделанной работы в ближайшем отчёте их необходимо будет показать, как устранение одного из замечаний группы по соблюдению Будут ли учитываться эти эмиссии в будущем сказать трудно, практика показывает, что если расчёты были сделаны и несмотря на то, что их доля небольшая в последующих отчётах эти данные отображаются, хотя на общий баланс они не оказывают существенного влияния.

Добавим также, что не смотря на жесткий технический регламент на ввозимые и производимые автомобили, Казахстанские нефтеперерабатывающие заводы отстают от

<sup>1</sup> АО Жасыл Даму Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК

<sup>2</sup> НИИ проблем биологии и биотехнологий КазНУ им. аль Фараби

<sup>3</sup> Казахская Академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева.

требований по производству соответствующего топлива. Отметим, что по результатам испытаний проводимых как в Российской Федерации, так и в Европе подтверждается, что снизить токсичность отработавших газов повышением качества только моторного топлива при сохранении старой технологии невозможно [7]. Таким образом использование производимого в настоящее время топлива (не говоря уже за предыдущие годы) не позволяет полностью использовать все преимущества технологий по очистке новых автомобилей, не говоря уже о количестве устаревших машин. Поэтапное внедрение Евро-3, 4 и 5 в НПС страны займет длительное время, и к тому времени, когда мы внедрим Евро-5, появятся более усовершенствованные стандарты.

С другой стороны, изучение специальной технической литературы, показало, что имеются также дополнительные эмиссии  $\text{CO}_2$  от работы сажевых фильтров, где происходит дополнительное сжигание сажи при поддержке теплых отработанных газов. Можно предположить, что эта доля образованного  $\text{CO}_2$ , учитывается при условии полного сгорания, принятого в настоящее время за единицу (в рамках Руководства МГЭИК 1996 г использовалось значение 0,99). К сожалению, в настоящем Руководстве 2006 г. никаких пояснений на этот счет не существует, в нем также не оговариваются некоторые детали. Так не сказано, что для оценки мочевиных катализаторов необходимо учитывать только дизельный транспорт, а образованные эмиссии  $\text{CO}_2$  необходимо учитывать как дополнительные, а не как сокращенные. Так как в заблуждение может привести специфика подкатегории, «Использование мочевиных катализаторов» для борьбы с общим загрязнением, что по умолчанию понимается как сокращение. Есть вероятность, что досадные неточности будут учтены в следующей редакции Руководства, чтобы исключить возникающие неопределенности и недопонимание.

Для снижения доли неопределенности в расчетах, также необходимо пересмотреть систему формирования статистической отчетности в Казахстане в категории автотранспортные средства. Сегодня представляемые данные формируются в базе МВД Республики через ежегодную выборку, которая складывает категорию отчетности по количеству общего парка автомашин и его возраста. Но если в рамках национальных задач стоит необходимость увеличить детализацию информации, это необходимо делать. В частности, речь идет о доле автомобилей, использующих газовое топливо. Вызывают сомнения данные по числу дизельных автомобилей, хотя бы исходя из соотношения объема потребляемого топлива к числу автомобилей его использующего. Не говоря уже о таких позициях, как использование конкретной технологии очистки отработанных газов, наличие кондиционера и прочее.

## **GHG emissions from use of technologies in transport to reduce exhaust gases in Kazakhstan**

**Cherednichenko Alexander. V. , Alexey Cherednichenko. V., Cherednichenko V.S. ,  
Dzhaylaubekov E.A.**

**Abstract.** Approaches are presented for calculating the  $\text{CO}_2$  emissions generated by using exhaust gas purification technology based on urea catalysts. It is shown that the main source of emissions is diesel freight transport, and it is advisable to carry out calculations since 2010, and not since 2005, as a number of foreign experts insist on this

**Keywords:** emissions, purification technologies, catalysts, urea additives, fleet age, share of transport, Euro standards.

## Экологические аспекты освоения Арктики

**Шевчук А.В.**

*СОПС ВАВТ Минэкономразвития России, г.Москва, Россия, shev.avas@rambler.ru*

Аннотация. Вопросы состояния окружающей среды и экологической безопасности в Арктике требуют формирования современных методов государственной экологической политики для обеспечения качественно нового этапа освоения данного региона.

Ключевые слова: окружающая среда, экологическая безопасность, оценка и ликвидация экологического ущерба, стратегия, государственная программа, национальный проект.

Оценка состояния антропогенного загрязнения и анализ экологической ситуации в пределах АЗРФ позволяет выявить наиболее существенные проблемы, решение которых предопределяет усиление программно-целевого направления деятельности по охране природной среды Арктики. К ним следует отнести неудовлетворительное состояние атмосферного воздуха городов и населенных пунктов, водных объектов, угрозу качественному и количественному разнообразию животного и растительного мира, прежде всего, редких и исчезающих видов, охотничье-промысловых животных, социально значимых дикоросов и ягодников; деградацию земель, трансграничное загрязнение окружающей среды; радиоактивное загрязнение некоторых регионов и акватории Северного Ледовитого океана. [1,8]

Новый этап освоения Арктики стал одной из приоритетных задач развития страны, что объясняется наличием значительных запасов природных ресурсов; уникальными видами биоресурсов; геополитикой - расширением международной деятельности стран в Арктике; ростом морских перевозок через Северный морской путь; национальной безопасностью; развитием круизного туризма.

Анализ документов стратегического планирования в Арктике показывает, что ставятся задачи размещения новых производств, восстановления военной и транспортной инфраструктуры, выделяются опорные точки развития региона, что требует гармонизации со Стратегией экологической безопасности России. [2-5]

Активное освоение Арктики (развитие в области ТЭК, транспортного комплекса) сопряжено с текущими и будущими экологическими проблемами. Задача дальнейшего развития Северного морского пути и увеличение грузопотока по нему до 80 млн. тонн в год, соответственно повлечет за собой повышение уровня функционирования сопутствующих отраслей экономики и увеличение негативного воздействия на окружающую среду. [8]

Основные экологические проблемы в Арктическом регионе формируются в процессе деятельности существующих топливо-энергетических, транспортных, военных и других предприятий, трансграничного переноса загрязняющих веществ реками бассейна Северного Ледовитого океана, негативным воздействием объектов накопленного в прошлом экологического ущерба, изменениями климата, вызывающими опасность возникновения чрезвычайных ситуаций во всех сферах деятельности. Особо следует выделить необходимость предотвращения возникновения объектов НЭУ в результате текущей деятельности, поскольку перспективные инфраструктурные проекты, в Арктике, могут иметь отрицательную эффективность, если не будут учтены вопросы обеспечения экологической безопасности.

Проблемы текущего загрязнения окружающей среды Арктики планируется решить на основе ужесточения природоохранных требований, перехода предприятий на наилучшие доступные технологии (НДТ), выдачи комплексных экологических разрешений, усиления надзора.

Ликвидация накопленного экологического ущерба на территории российской Арктики является одной из наиболее актуальных проблем региона. Впервые в России крупномасштабные работы по очистке арктических территорий на основе комплексного геоэкологического обследования и разработки долгосрочной программы на период 2011-2020 годы были проведены на архипелаге Земля Франца-Иосифа. Работы по очистке загрязненных территорий островов архипелага

показали высокие положительные результаты. Так, за период 2011-2017 гг. были очищены территории островов: Земля Александры, Гукера, Хейса, Грэм-Белл. Только металлтоходов, шламов нефтепродуктов и пр. за этот период было вывезено порядка 40 тыс. тонн. [6]

Выполнение крупных экологических проектов в Арктике по ликвидации экологического ущерба нельзя осуществить качественно без соответствующей информационно-аналитической поддержки. В этой связи необходима разработка и внедрение инновационных информационных технологий по оценке накопленного экологического ущерба в АЗРФ и мониторингу мероприятий по его ликвидации. Целью такой работы должна быть комплексная цифровизация оценки и ликвидации накопленного ущерба с выходом на единую информационную систему "Чистая Арктика", включающую различные подсистемы.

Необходима разработка предложений по отражению требований экологической безопасности в инфраструктурных проектах развития Арктики, включая вопросы финансовых гарантий ликвидации экологического ущерба. В условиях, участившихся в регионе аварийных ситуаций, весьма актуальным является разработка рекомендаций по формированию Экологического фонда Арктики для предупреждения и ликвидации возможных ущербов.

Осуществляемые в Арктике природоохранные мероприятия по ликвидации экологического ущерба весьма затратные, что требует поиска новых возможностей финансирования экологических проектов. Эффективным механизмом может стать государственно-частное партнерство при государственном финансировании (софинансировании) мероприятий, направленных на реабилитацию экологически неблагоприятных территорий, ликвидацию экологического ущерба в рамках национального проекта «Экология». [8]

#### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019.
2. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу (утверждены Президентом РФ 18.09.2008 г. № пр-1969).
3. Стратегия развития арктической зоны российской федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года (утверждена Президентом РФ 20.02.2013 г.).
4. Государственная программа Российской Федерации "Социально-экономическое развитие АЗРФ на период до 2020 года» (утверждена Постановлением Правительства РФ 21.04.2014 г. № 366).
5. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена Указом Президента Российской Федерации 19.04.2017 г. №176).
6. Отчет НИР по теме: «Оценка результатов геоэкологического обследования загрязненных участков островов архипелага ЗФИ в соответствии с планом выполнения работ и с учетом проведенных работ в 2012-2017 годы». М.: ВАВТ, 2017.
7. Национальный атлас Арктики. М., Роскартография, 2017.
8. Указ Президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 7.05.2018 г. N 204.

### Environmental aspects of the development of the Arctic

**Shevchuk A.**

*SOPS-VAVT under the Ministry of Economic Development, Moscow city, Russia,  
shev.avas@rambler.ru*

Annotation. The issues of the state of the environment and ecological safety in the Arctic require the formation of modern methods of state environmental policy to ensure a qualitatively new stage in the development of this region.

Key words: environment, ecological safety, assessment and elimination of ecological damage, strategy, state program, national project.

## Изменение агрометеорологических параметров Архангельской области в условиях глобального потепления

Шибанова Д.Н.

ФГБУ «Северное УГМС», г. Архангельск, Россия, [isteris@mail.ru](mailto:isteris@mail.ru)

Аннотация. Анализ агрометеорологических параметров показал улучшение теплообеспеченности территории Архангельской области: рост средних температур самого теплого и самого холодного месяца года, увеличение периода вегетации, сумм активных и эффективных температур, что расширяет возможности развития высокоинтенсивного сельского хозяйства и увеличения продуктивности земледелия.

Ключевые слова: теплообеспеченность, изменение климата, агрометеорологические параметры, Архангельская область, агроклиматическое районирование.

В связи с влиянием глобального потепления климата на окружающую среду, особое значение в связи с этим приобретает адаптация сельского хозяйства к грядущим изменениям, поскольку данная сфера человеческой деятельности оказывается наиболее уязвимой и зависимой от природных и социально-экономических метаморфоз. Сегодня чрезвычайно важно исследовать и спрогнозировать отклик агросферы на изменение климата, разработать эффективные пути ее адаптации к новым условиям.

Архангельская область относится к зоне наиболее высоких темпов роста сумм активных температур. Рост теплообеспеченности и увеличение длительности вегетационного периода существенно расширяют возможности развития высокоинтенсивного сельского хозяйства и увеличения продуктивности земледелия.

В представленной работе приведены результаты ряда исследований на основе данных многолетних наблюдений сети метеорологических (агрометеорологических) станций и постов Северного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, находящихся на территории Архангельской области.

Изменения средних температур самого холодного (январь) и самого теплого (июль) месяца года, представлены более значительным ростом январской средней температуры воздуха по сравнению с июльской на  $2,1^{\circ}\text{C}$  и  $0,8^{\circ}\text{C}$  соответственно.

Происходит неравномерное увеличение сумм как активных, так и эффективных температур по территории. Наиболее значительный рост отмечается в юго-западной части области, наименьший – на севере.



Рисунок 1 – Районирование территории Архангельской области по суммам активных температур (средние данные 1987-2019 г.г.)

Проведено районирование территории по границам полей сумм активных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в 1000, 1200, 1400,  $1600^{\circ}\text{C}$ , которые и являются границами агроклиматических районов (рис. 1). Прерывистыми линиями на карте отмечены границы агроклиматических районов от 1971 года.

На основании всего вышеперечисленного можно отметить, что потепление климата в Архангельской области является типичным для всего Северного полушария. Также выявлено значительное смещение агроклиматических районов в северном направлении, что позволяет расширить возможности сельского хозяйства.

## **Changes in agrometeorological parameters of the Arkhangelsk region in the context of global warming**

**Shibanova D. N.**

*Fgbu "Northern UGMS", Arkhangelsk, Russia, isteris@mail.ru*

Abstract. Analysis of agrometeorological parameters showed an improvement of the heat provision of the Arkhangelsk region: the increase in average temperatures of the warmest and of the coldest month of the year, the increase of vegetation period, sum of active and effective temperatures, allowing high-intensity development of agriculture and increasing the productivity of agriculture.

Key words: heat supply, climate change, agrometeorological parameters, Arkhangelsk region, agro-climatic zoning.

## Мониторинг водных экосистем как метод познания их эволюции и организации природопользования

Шилькрот Г.С.

*Институт географии РАН, Москва, Россия, g.s.shilkrot@igras.ru*

Аннотация. Многолетние гидрохимические исследования водоемов с их водосборами (озера Валдайское и Селигер, водоемы-охладители Курской и Балаковской АЭС) позволили выявить особенности и этапы их развития при антропогенных воздействиях.

Ключевые слова: Гидрохимический мониторинг, озера Валдайское и Селигер, водоем Курской АЭС

Опыт проводившихся нами длительных гидрохимических полустационарных исследований озер и водохранилищ в их тесной связи с водосборами позволил обнаружить важные этапы в их развитии, или эволюции.

1. Многолетние исследования Валдайского озера (Новгородская область, 1964 – 1977, 2007 гг.) имели целью обнаружить признаки его антропогенного евтрофирования в условиях освоения водосбора. Наблюдения велись по ключевым профилям от частных водосборов (городских, сельскохозяйственных и лесных) к прибрежным мелководьям (литорали) и далее к обширной глубоководной части озера (пелагиали).

Выявилась удивительная роль литорали озера в переработке поступающего с ручьями с городской территории повышенного количества биогенных соединений (N, P) растительными сообществами (макрофитами плюс нитчатые водорослями). То есть задержки попадания N и P в пелагиаль и, соответственно, задержки серьезных нарушений в пелагиальной, открытой, части озера [Шилькрот, 1979 и др.]. Подобное наблюдается сейчас на озере Байкал, создав серьезную проблему для его уникальной экосистемы [Шилькрот, 2017].

С дальнейшим ростом доставки биогенных элементов с городской части водосбора барьерная роль литорали в Валдайском озере прекратилась и резко, скачкообразно, изменилось состояние всего водоема, ставшем евтрофным и, к тому же, загрязненным тяжелыми металлами [Шилькрот, 2010].

2. Исследования на водоеме-охладителе Курской АЭС, 1977-1987 гг., были начаты с целью изучить влияние подогрева на возникшее в первые же годы цветение воды. Этот водоем создавался как замкнутая природно-техническая система с электростанцией в пойме р. Сейм. И наполнялся и подпитывался водами этой реки.

Исследования выявили очень важные, и характерные для вновь создаваемых бессточных водоемов, этапы их развития и изменения физических, химических и биологических свойств по мере наполнения водоемов и их дальнейшего функционирования под воздействием сбросов подогретых вод с агрегатов электростанций.

Оказалось, что причиной цветения воды в водоеме-охладителе в первые годы его наполнения было залповое поступление с речными водами большого количества соединений азота и фосфора. В последующие годы, несмотря на рост тепловой нагрузки, состояние водоема резко улучшилось.

Однако, такое благополучие было недолгим. Замкнутый водоем стал накопителем поступающих в него веществ, не только N и P, но и минеральных солей. Стала устойчиво возрастать минерализация воды (до 1 и > г/л) и меняться её ионный состав. Водоем стал развиваться как бессточные озера аридных ландшафтов. Причиной же были большие потери воды из охладителя на испарение и поступления больших объемов для компенсации этого процесса речных вод. Подобные явления отмечены были и на охладителе Балаковской АЭС [Шилькрот, Ясинский, 2003]. Что показало невозможность осуществления замкнутости системы «охладитель-электростанция».

3. Исследования в бассейне Селигера в период 2001- 2018 гг. имели цель оценить возможные изменения важнейших химических свойств озера в новых условиях природопользования на его водосборе. Селигер испытал антропогенное евтрофирование в 1970-1980-х гг.. Поэтому важно было также оценить потоки биогенных элементов и загрязняющих веществ с речным и грунтовым стоком с его водосбора в новых условиях природопользования: при закрытии основных промышленных предприятий - загрязнителей в г. Осташкове, резкого падения сельскохозяйственного производства и массового строительства дач и коттеджей в береговой зоне озера.

Гидрохимические исследования были сосредоточены главным образом на Осташковском и Селижаровском плесах озера. Велось наблюдения за составом речных и грунтовых вод – родников и колодцев - на лесных и освоенных селитьбой водосборах [Кудерина, Шилькрот, 2007; Шилькрот, Сулова, Кудерина, 2019 и др.]. Результаты исследований показали:

- в прибрежной, освоенной селитьбой, части озера Селигер нарастают тенденции повышенного содержания фосфора в грунтовых водах (по наблюдениям за колодцами);
- усиливается миграция фосфора в системе почва-грунтовые воды и вне зоны селитьбы, причиной процесса являются наряду с антропогенным фактором вероятно и климатические изменения.

Обнаруженные для бассейна Селигера тенденции изменений состава грунтовых вод на селитебных территориях отмечаются и в других районах, например, в центре Европейской части России [Шилькрот, 2015]. Что требует создания в прибрежной части важных по своим природным качествам водоемов водоохраных зон.

#### Литература

1. Кудерина Т.М., Шилькрот Г.С. Мониторинг состояния озера Селигер в новых условиях природопользования //Теория и практика восстановления внутренних водоемов /Сб. трудов международной н.-п. конф., СПб, 15-18 окт.2007 г. – СПб: Изд.»Лема», 2007. С. 224 – 230.
2. Шилькрот Г.С. Типологические изменения режима озер в условиях культурных ландшафтов. - Москва. Наука.1979. 168 с.
3. Шилькрот Г.С. Динамика состояния и свойств Валдайского озера в условиях усиления миграции веществ в системе водосбор-озеро //Тр. национ. парка «Валдайский»: Юбил. сборник к 20-летию Валд. нац. парка. – СПб. 2010. Вып. 1. С. 33 – 38.
4. Шилькрот Г.С. О миграции фосфора и других химических элементов с грунтовым стоком в сельских ландшафтах //Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г./Сб .науч. трудов - Петрозаводск: Карельский н. центр РАН. 2015. С.386-394.
5. Шилькрот Г.С. Взгляд лимнолога-географа на современную экологическую проблему озера Байкал //Здоровая окружающая среда-основа безопасности регионов/Первый междунар. экологич. форум в Рязани, май 11-13, 2017- Рязань, 2017, том 1. С. 314 – 316.
6. Шилькрот Г.С., Сулова С.Б., Кудерина Т.М. Химический состав природных вод в бассейне Верхней Волги в современных условиях природопользования //Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования /Материалы междунар. н.-п. конф., посвященная памяти чл.-корр. РАН А.Н.Антипова, Иркутск (23-27 сент. 2019 г.) В.Б.–Иркутск: Изд. Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. 2019. С. 719 – 723.
7. Шилькрот Г.С., Ясинский С.В. Стадийность развития водоемов-охладителей атомных электростанций // Изв. РАН, сер. географ., 2003. № 3. С. 99 – 106.

**Работа выполнена в рамках Госзадания №0148 – 2019 – 0007.**

**Monitoring of water ecosystems as a method of understanding their evolution  
and organization of nature management**

**G.S. Shilkrot**

*Institute of Geography Russian Academy of Science (IGRAS), Moscow, Russia; g.s.shilkrot@igras.ru*

Abstract. Long – term hydrochemical research of water bodies and their catchments (lakes Valdai and Seliger, cooling reservoirs of the Kursk and Balakovo nuclear power plants) has revealed the ways of their development under different anthropogenic influences.

Key words: hydrochemical research, Lake Valdai and Seliger, cooling – reservoirs.

## **Мониторинг берегов рек в рамках государственного мониторинга водных объектов: современное состояние и перспективы развития**

**Школьный Д.И., Завадский А.С.**

*Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия,  
thabigd@gmail.com*

Аннотация. В работе проанализировано современное состояние системы мониторинга берегов на основании более чем десятилетнего периода накопления данных, а также дана оценка имеющимся результатам его выполнения.

Ключевые слова: мониторинг состояния водных объектов, АИС ГМВО, размыв берегов

В последнее десятилетие в нашей стране реализуется программа государственного мониторинга водных объектов, направленная на сбор и обобщение информации о состоянии рек, озёр, водохранилищ. Получаемые при её реализации данные заносятся в единую автоматизированную информационную систему государственного мониторинга водных объектов – АИС ГМВО, доступную любому пользователю в формате веб-справочника. Важный блок в рамках программы представляют результаты мониторинга состояния водных объектов в условиях антропогенного воздействия – ежегодные наблюдения за морфометрическими характеристиками, состоянием их берегов, дна и водоохраных зон. В дополнение к режимным наблюдениям данные о состоянии дна и берегов при должном подходе могут значительно обогатить базу знаний о региональных особенностях русловых процессах на реках различного масштаба.

В отличие от подавляющего большинства задач мониторинга водных объектов (состояния водоохраных зон, состояния дна водных объектов), мониторинг состояния берегов (т.е., оценка темпов их размыва) практически не дал результатов, связанных с регламентированными СКИОВО задачами. Отступление берегов зачастую терялось среди проблем, озвучиваемых в рамках видов негативного воздействия вод – затоплений и подтоплений, маловодий, ухудшения качества воды. В то же время, разрушение берегов рек в пределах хозяйственно освоенной территории приводит к регулярной необходимости проведения берегоукрепительных и ремонтных мероприятий, стоимость которых зачастую сопоставима с годовыми бюджетами небольших муниципальных образований и требует привлечения средств из регионального и федерального бюджетов. При должной организации система мониторинга берегов могла бы значительно снизить если не объем расходов на данные мероприятия, то экстренность их реализации за счет своевременной индикации мест с растущей интенсивностью отступления и прогнозирования скоростей размыва. Собираемая в процессе мониторинга информация позволит своевременно предупреждать о негативных тенденциях в развитии русловых деформаций и планировать локальные инженерные превентивные мероприятия.

В настоящее время нормативная документация по мониторингу берегов имеет ряд недостатков, осложняющих получение значимой информации. Так, нормативная документация и правила проведения мониторинга по большей части основана на инженерных подходах, применяющихся при проектировании и эксплуатации линейных сооружений, и предполагает по большей части точечные наблюдения (на отдельно взятых створах) без учета закономерностей развития русловых макроформ. В связи с этим, отсутствует порядок учета и оценки опасности отступления рек в пределах населенных пунктов. Привязка наблюдений к отдельным реперным створам приводит к недоучету и, в конечном счете, неверной интерпретации темпов размыва берегов в связи со значительной неравномерностью размыва – как временной, так и пространственной (по длине участка). Осложняет выполнение задач мониторинга привязанность состава наблюдений к гидроморфологическому типу русла по классификации ГГИ. Далеко не всегда существует возможность однозначного отнесения русла на участке к тому или иному типу, в особенности – при рассмотрении участка в различных масштабах (как отдельного морфологического элемента русла или как части русла в пределах более протяженного

морфологически однородного участка). Прогнозирование размыва берегов на основании результатов мониторинга возможно с применением данной классификации только для меандрирующих русел различного типа.

Полученные в ходе мониторинга берегов результаты дают возможность оценки негативных экологических и технико-экономических последствий плановых деформаций, а также прогнозирования негативных изменений в будущем. Таким образом, массив собираемых данных при грамотной его обработке является крайне ценным материалом для анализа, позволяя выполнять региональные обобщения. Имеющаяся система сбора и хранения данных (АИС ГМВО) на настоящий момент не позволяет оценить достоверность и полноту данных и использовать их для дальнейшего анализа, не имея на руках полные отчеты исполнителей. Результаты выполняемых согласно методическим указаниям работ различного масштаба в отчетной форме (таблице) для АИС сводятся к одной цифре, характеризующей максимальный модуль деформации на участке, и краткому описанию происходящего процесса. При этом, создание реперной сети зачастую не позволяет выделить максимальные значения размыва на участке, а результаты сопоставления плановых аэро- и космических съемок, получающих большое распространение в последние годы, полноценно в АИС внести невозможно. Значительная часть информации, получаемая в ходе мониторинга, не может быть включена в таблицы и таким образом становится практически недоступной для анализа широким кругом потребителей. При удобстве и простоте заполнения таблиц анализ накопленных в системе материалов (по состоянию на март 2020 г.) показал значительные разночтения в подходе исполнителей к их заполнению, в результате чего усложняется использование материала.

На настоящий момент по результатам обработки и анализа сырых данных АИС ГМВО на территории России имеется 2223 точки наблюдений за состоянием берегов. Распределение точек наблюдения за берегами по стране крайне неоднородно, что вызвано возложенными на регионы обязанностями по разработке программ мониторинга и вытекающим из этого последствиями в виде бюджетных ограничений, а также заинтересованностью отдельных водопользователей и структур в отдельных видах мониторинга, среди которых мониторинг берегов редко ставится на первое место. Мониторинговые мероприятия так или иначе проводились в 63 региона, при этом на более чем 2/3 точек наблюдения за отчетный период были выполнены менее 2 раз. Несмотря на приведенную в методических указаниях периодичность «следящих» наблюдений, определяемую по результатам первичных наблюдений, интенсивности реформирований и водности конкретного года (что допускает проведение повторных съемок через 3-5 лет), нельзя исключать и формальный подход к мониторингу берегов на уровне заказчиков работ. В некоторых же регионах программа мониторинга была разработана сравнительно недавно или не введена до настоящего момента.

Отсутствие практической апробации при разработке системы мониторинга берегов привело к тому, что в нынешнем своем виде она не может обеспечить требуемую в условиях постоянно возрастающей частоты возникновения опасных гидрологических явлений потребность в оперативном и точном прогнозировании. Основными задачами мониторинга берегов при развитии его системы должны стать конкретные цели: 1) оценка степени опасности для инженерных и хозяйственных объектов и условий эксплуатации сооружений в зависимости от местных русловых деформаций; 2) составление общего детального прогноза развития русла реки на ближайшие годы; 3) разработка рекомендаций по выполнению наиболее эффективных защитных мероприятий для обеспечения нормальной работы сооружений и предупреждения аварийных ситуаций. Существующая система мониторинга постепенно теряет свою эффективность из-за сокращения количества точек наблюдений и неравномерности их размещения, устаревших средств контроля и невысокой информативности получаемых данных.

## **Monitoring of river banks as a part of state monitoring of water bodies: current state and development prospects**

**Shkolnyi D.I., Zavadsky A.S.**

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, thabigd@gmail.com*

Abstract: The paper analyzes the current state of the river banks monitoring system on the basis of more than a decade of data accumulation, as well as an assessment of the available results of its implementation.

Key words: monitoring of status of water bodies, automated information system for monitoring data, bank erosion

## Воздействие радиационного загрязнения на экологию Европейской части Арктики

Яковлева Т.Ю.<sup>1</sup>, Дьяченко Н.В.<sup>1</sup>, Косцов В.В.<sup>1</sup>, Бобровский А.П.<sup>1</sup>, Михтеева Е.Ю.<sup>1</sup>, Потапова И.А.<sup>1</sup>, Скобликова А.Л.<sup>1</sup>, Хлябич П.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия,  
yakovtat@yandex.ru

Аннотация: В статье обсуждается радиационная обстановка на территории архипелага Новая Земля, Кольском полуострове, в Баренцевом и Карском морях и других частях Арктики.

Ключевые слова: радиационная обстановка, цезий-137, радиоактивные отходы.

Сухопутные территории Арктической зоны Российской Федерации имеют площадь 3,75 млн. км<sup>2</sup> и на них проживают около 2,5 миллионов человек. На расположенных в Арктике пунктах наблюдений отслеживаются уровни загрязнения различных компонентов природной среды (атмосферный воздух, снежный покров, морские воды и воды водоемов суши и растительный покров). Согласно этим наблюдениям радиационная обстановка на территории Российской зоны Арктики в 2019 году в целом была стабильной.

На архипелаге Новая Земля и прилегающих акваториях радиоэкологическая обстановка обусловлена последствиями ядерных взрывов в 1955-1990 гг. и сбросами в воду радиоактивных продуктов. На полигоне архипелага Новая Земля было произведено 132 ядерных взрыва, в том числе 87 атмосферных (1 наземный, 83 воздушных, 3 надводных), 3 подводных и 42 подземных, причем с 18.09.64 г. до 24.10.90 г. производились только подземные ядерные взрывы. 30 октября 1961 г. над Северным островом архипелага Новая Земля на высоте около 4 км была взорвана самая мощная в истории человечества водородная бомба с тротиловым эквивалентом примерно 50 Мт. Только около 2 процентов энергии взрыва приходилось на реакцию деления, остальная энергия – на реакцию синтеза, которая не создает дополнительного радиационного фона [1].

После прекращения на Новой Земле крупномасштабных испытаний в Баренцевом море наблюдалось в 1967-1973 гг. снижение удельной активности стронция <sup>90</sup>Sr и цезия <sup>137</sup>Cs от 0.02 до 0.01 Бк/л. Затем в 1982 г. средняя величина концентрации <sup>137</sup>Cs в Баренцевом море повысилась до 0.04 Бк/л, в Карском море осталась на уровне 0.01 Бк/л. Новые значительные колебания среднегодовых значений концентраций радионуклидов в Баренцевом и Карском морях объясняются трансграничным переносом морскими течениями радиоактивных отходов (РАО), которые продолжают сбрасывать в Ирландское море с английского радиохимического завода Селлафилд и в пролив Ла-Манш с французского завода на мысе Аг. Эти РАО являются основными постоянными источниками радиоактивного загрязнения западных арктических морей.

В 1957–1992 гг. в Баренцевом и Карском морях СССР/Россия осуществляли в специально выбранных районах вне интенсивного судоходства и рыболовного промысла слив жидких и затопление твердых радиоактивных отходов (ТРО), образующихся при эксплуатации атомных подводных лодок (АПЛ) и атомных ледоколов. Активность затопленных ТРО снижается из года в год из-за радиоактивного распада, но есть проблемы с определением местоположения отдельных объектов, состояния контейнеров с ТРО, их прочностных характеристик [2].

Для радионуклидов, находящихся в отработанном ядерном топливе (ОЯТ), периоды полураспада составляют сотни и тысячи лет. Поэтому остро встает проблема подъема и утилизации затонувших/затопленных постепенно деградирующих в морской воде конструктивных элементов реакторов с ОЯТ (АПЛ, реакторных отсеков, реакторов), что делает особо актуальной задачу очистки морей Арктики от затонувших/затопленных потенциально опасных ядерных объектов. В 2001 г. голландская компания «Маммут Транспорт» осуществила такую очистку, подняв затонувшую 12 августа 2000 г. аварийную АПЛ «Курск» с потенциально опасным боезапасом лодки и двумя ядерными реакторами.

В настоящее время многие объекты не представляют реальной радиоэкологической опасности. Те из них, что содержат ОЯТ, являются источниками потенциальной опасности для

населения и окружающей природной среды, зависящей от состояния защитных барьеров, отделяющих радиоактивные вещества от морской среды, механизмов их дальнейшего переноса в воде, воздействия на биоту и человека. Кроме того, из-за террористической угрозы потенциально опасно наличие ядерных материалов, находящихся в практически неконтролируемых условиях в мелко-водных районах на морских акваториях [2,3].

Долгие годы Кольский полуостров выглядел как свалка радиоактивных отходов. В поселке Гремиха, бывшей базе ВМФ, расположенной на восточном побережье Кольского полуострова, Сайда-губе, губе Андреева за счет международного сотрудничества создается инфраструктура по обращению с РАО и ОЯТ, утилизации судов атомного флота и инфраструктура по безопасному хранению реакторных отсеков. Предполагается, что реабилитация объектов территории Гремихи должна быть закончена в 2025 г.

По данным ежедневных измерений в течение 2019 г. на территории Арктической зоны РФ мощность амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона – от 0,06 до 0,21 мкЗв/ч.

Региональное загрязнение арктических территорий после аварии на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г. обусловлено, главным образом, глобальными выпадениями, в которых значимыми сейчас остаются только загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ . Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы полярных областей в настоящее время на шесть-восемь порядков ниже пределов, установленных НРБ-99/2009.

Из-за аварии на АЭС "Фукусима" в Японии 11 марта 2011 года в европейской части Арктики в 2011 г. заметно увеличивался уровень выпадения техногенных радионуклидов, связанных со шлейфом выбросов Фукусимы, но в последующие годы снизился.

На Кольской АЭС, находящейся в г. Полярные Зори Мурманской области, периодически бывают инциденты, выбросы при проведении регламентных работ, но в целом она вносит незначительный вклад в радиоактивное загрязнение Арктики.

В результате систематической оценки радиационной обстановки Арктического региона сетью радиационного мониторинга выявлено, что на фоне общей тенденции снижения глобальных выпадений за счет прекращения ядерных испытаний и уменьшения числа радиационных инцидентов, радиационный фон на территории Арктической зоны Российской Федерации последние годы находится в пределах естественного радиационного фона и только на отдельных территориях наблюдается повышенный уровень радиационного загрязнения. Радиационное загрязнение воздушной и морской сред Арктики находится на низком уровне и, начиная с 2016 г., наблюдается тенденция к его снижению [4].

#### Литература

1. Сыч Ю.Г., Дубинко Л.В. Радиоэкологическая обстановка на архипелаге Новая Земля. // Журнал «Арктика: экология и экономика» 2012. №1 (5), С.48-59.
2. Саркисов А.А., Высоцкий В.Л., Сивинцев Ю.В., Никитин В.С. Проблемы радиационной реабилитации арктических морей, способы и пути их решения // Арктика. Экология и экономика. 2011. №1. С.70-81.
3. Григорьев А.Г., Нестерова Е.Н., Невин И.А., Холмянский М.А. Схема техногенного радиоактивного загрязнения Российской Арктики // Проблемы Арктики и Антарктики, 2017. Т.114. № 4. С.16-22.
4. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2018 год // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) М.: 2019. 225 с.

## **Impact of radiation pollution on the ecology of the European Arctic**

**Yakovleva T.Yu.<sup>1</sup>, Dyachenko N.V.<sup>1</sup>,  
Kostsov V.V.<sup>1</sup>, Bobrovsky A.P.<sup>1</sup>, Mikhteeva E.Yu.<sup>1</sup>,  
Potapova I.A.<sup>1</sup>, Skoblikova A.L.<sup>1</sup>, Khlyabich P.P.<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup> - *RGGMU, Saint Petersburg, Russia, yakovtat@yandex.ru*

Abstract. The article discusses the radiation situation in the Novaya Zemlya archipelago, the Kola Peninsula, the Barents and Kara seas, and other parts of the Arctic.

Key words: radiation situation, caesium-137, radioactive waste

Секция 4.

«ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ  
ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

**Техносферная безопасность общественно-делового комплекса «Лахта-Центр»**

**Абрамов В.М.<sup>1</sup>, Истомин Е.П.<sup>1</sup>, Михеев В.Л.<sup>1</sup>, Шилин М.Б.<sup>1</sup>, Коузов С.А.<sup>2</sup>, Леднова Ю.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, shilin@rshu.ru*

<sup>2</sup> – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup> – *Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Проанализированы природные риски при строительстве «Лахта-Центра». Оценены возможные воздействия строительства на абиотические и биотические компоненты прибрежной экосистемы. Предложены пути достижения экологической безопасности объекта.

Ключевые слова: береговая территория, Лахта-Центр, экологическая безопасность

Застройка береговых территорий, искусственно созданных путем намыва или подсыпки грунта, является важным фактором развития инфраструктуры приморских городов [3, 5, 6]. Так, в пределах городской черты Санкт-Петербурга на намытых территориях расположен новый пассажирский портовый комплекс «Морской фасад», разбит парк 300-летия Санкт-Петербурга, закончено строительство аванпорта Бронка. Фактически в восточной части Невской губы сформировалась береговая техносфера.

Начиная с 2011 г., на северном берегу Невской губы в районе Лахтинского разлива ведется строительство офисного здания общественно-делового Лахта-Центра (ОДЛЦ) компании Газпром. Здание «Башни» ОДЛЦ должно стать самой высокой постройкой в России и в Европе (с абсолютной отметкой шпиля – до 500 м), что сделает его одним из новых «зданий-символов» («Iconic Building») Санкт-Петербурга. Важной природоохранной задачей является обеспечение безопасности комплекса ОДЛЦ, как техносферного объекта, для береговых экосистем Невской губы.

Участок строительства находится в пределах искусственно сформированной береговой территории. С 1970-х гг. до 2011 г. основную площадь участка занимал склад песка. Береговая полоса была укреплена каменными валунами и бетонными блоками. Строительство ОДЛЦ, таким образом, не будет иметь своим следствием разрушение ценных природных ландшафтов.

Согласно Карте комплексного геологического риска [2], территория строительства ОДЛЦ относится к зоне потенциально умеренного геологического риска. Отрезок береговой полосы участка строительства ОДЛЦ по результатам анализа аэро- и космоснимков может быть признан одним из самых стабильных в пределах северного берега Невской губы. Проект ОДЛЦ не содержит в себе дополнительных экзогенных геоэкологических угроз береговой зоне и при его реализации в полном объеме будет способствовать стабилизации береговой полосы и формированию устойчивых экосистем как со стороны суши, так и со стороны прилегающих мелководий. В соответствии с «Комплексной программой по берегозащите восточной части Финского залива и водных объектов Санкт-Петербурга», наиболее приемлемым решением по берегоукреплению рассматриваемого участка береговой полосы будет создание искусственных пляжей в комплексе с пляжеудерживающими сооружениями.

Лахтинская протока (р. Бобылка), участок мелководий у северного берега Невской губы (от ОДЛЦ на востоке до острова Верперлуда на западе), территории заказников «Северное побережье

Невской губы» и «Юнтоловский», которые играют важную роль в сохранении естественных природных комплексов и ценных природных объектов, не затрагиваются воздействием строительства.

Открытым остается вопрос о потенциальной опасности «Башни» для мигрирующих птиц. Все северное побережье Невской губы, включая участок строительства ОДЛЦ, является зоной массового пролета птиц (прежде всего – водно-болотных) по Балтийско-Беломорскому миграционному пути: в весеннее время – на север к местам тундровых гнездовий, а в осеннее – в районы южных зимовок. Во время сезонных миграций на мелководьях северного берега Невской губы зарегистрировано свыше 90 видов, из которых более 30 остаются на гнездование (за пределами участка ОДЛЦ) [1, 3]. Гуси, морские и речные утки совершают транзитную миграцию непосредственно над территорией ОДЛЦ. В непосредственной близости от участка застройки отмечена стоянка тундряного лебеда, кряквы, свиязи, гоголя и других водоплавающих.

Как показывают наблюдения за пролетом птиц над территорией Литвы и Эстонии, риск их столкновения с высотными зданиями весьма велик, особенно - в ночное время. Однако, весенний пролет птиц над Невской губой происходит в период «белых ночей», что сводит риск столкновения к минимуму. Для выяснения, с какой интенсивностью и на какой высоте идет ночной пролет птиц в осеннее время, следует провести специальные исследования. Для предотвращения столкновений птиц с высотным зданием необходимо разработать специальные приемы отпугивания птиц от «Башни» ОДЛЦ в темное время суток, а также в ненастную погоду с плохой видимостью.

Наиболее действенной мерой по сохранению миграционных стоянок водно-болотных птиц должно стать создание на акватории Невской губы в районе Лисьего носа, КЗС, западного Котлина, Кронштадтской колонии, парков Михайловка и Знаменка федеральной ООПТ и придание ей статуса водно-болотных угодий международного значения. Эту меру необходимо рассматривать как компенсаторную для любого нового строительства на берегах и намывных участках Невской губы.

Учитывая чрезвычайное разнообразие природных условий и действующих факторов в пределах береговой зоны северного берега Невской губы, а также изменения скорости протекания и направления абиотических процессов после введения в строй в августе 2011 г. Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС), целесообразно проведение спутникового мониторинга исследуемого участка.

На рассматриваемом участке берега Невской губы в перспективе целесообразным представляется создание променада с проницаемым укреплением откосного типа в основании. В этом случае необходимо будет провести детальное изучение рельефа прилегающего участка дна губы и моделирование устойчивости берегозащитных конструкций при различных вариантах штормового воздействия на берегоукрепительные сооружения с учетом наличия подводных карьеров.

Обеспечение техноферной безопасности «здания-символа» Лахта-Центра на искусственно созданной территории является важным условием эффективности использования намывных береговых зон в городском строительстве и хозяйстве.

#### Литература

1. Коузов С.А., Шилин М.Б., Чусов А.Н. Разнообразие и уязвимость орнитофауны восточной части Финского залива // Ученые Записки РГГМУ, 2013, № 31. – с. 120 – 137.
2. Филиппов Н.Б. (ред.) Геологический Атлас Санкт-Петербурга. – СПб, 2009. – 57 с.
3. Шилин М.Б. Лахта-Центр: здание-символ на намывной береговой территории в Невской губе // журнал региональных исследований «Янтарный мост», 2014, № 2. – с. 83 – 93.
4. Shilin M., Chusov A., Lednova J., Kouzov S. Variety and vulnerability of waterbird community in the eastern part of the Gulf of Finland // Baltic Int. Symp. IEEE / OES, Tallinn 2014: pp. 1 – 6.
5. Shilin M., Ershova A., Matveev Yu., Mandryka O., Chusov A. Reclaimed artificial coastal territories for the development of urban areas // 2019a E3S Web of Conf., 110, 01025.
6. Shilin M., Abramov V., Andreev S., Yaily E. Innovative technologies for geo-ecological support

while artificial coastal territories development // 2019b Int. Multidisciplinary Scientific Geo Conf. Surveying Geology and Mining Ecology Management / SGEM 19 (5.1): pp. 399 – 406.

### **Technosphere safety of the «Lakhta-Center» public and business complex**

**Abramov V.M.<sup>1</sup>, Istomin Ye.P.<sup>1</sup>, Mikheev V.L.<sup>1</sup>, Shilin M.B.<sup>1</sup>, Kouzov S.A.<sup>2</sup>, Lednova Yu.A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, shilin@rshu.ru*

<sup>2</sup> – *St. Petersburg University, St. Petersburg, Russia*

<sup>3</sup> – *Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia*

Abstract. Environmental risks connected with construction of the Lakhta Center are analyzed. The possible effects of the construction on abiotic and biotic components of coastal ecosystem are evaluated. The ways to achieve the environmental safety of the object are proposed.

Key words: coastal zone, Lakhta Center, environmental safety

## **Черный углерод как область исследований в рамках Арктического совета**

**Абрамова А.Л., Простакевич К.С., Честнов А.И., Абрамов В.М., Санина Ю.П.,  
Шабанова В.А.**

*Российский государственный гидрометеорологический  
университет, Санкт-Петербург, Россия, k.prost00@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрены основные направления решения проблемы влияния черного углерода на изменение климата в Арктике, как направления работы в рамках Арктического совета, постоянным членом которого является Россия.

**Ключевые слова:** черный углерод, Арктика, Арктический совет

Известно, что черный углерод образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива в различных энергетических установках [1]. Черный углерод является важным фактором климатических рисков для Арктики, нуждающимся в контроле на глобальном и национальном уровне [2], и он находится уже достаточно долгое время в зоне пристального внимания Арктического совета, постоянным членом которого является и Россия. В рамках деятельности Арктического совета основным направлением решения проблемы черного углерода, как фактора климатических рисков, является парадигма внедрения чистых или зеленых технологий (green technologies). В России подобные исследования проводятся сравнительно недавно. В [3] предложена стратегия развития национальной системы контроля черного углерода в Арктике, важной частью которой является имплементация чистых технологий для энергетических установок. Рассматриваемая проблема тесно связана с задачами инвентаризации источников поступления черного углерода в атмосферу [4]. Также необходимо иметь репрезентативную оценку фактического содержания черного углерода в атмосфере над национальной территорией. На сегодня в России обе эти проблемы не решены, что существенно затрудняет обоснованность имплементации в стране чистых технологий для контроля черного углерода. Данное обстоятельство негативно сказывается на реализации федеральных, ведомственных и муниципальных программ контроля качества воздуха в России, а также ставит отечественных разработчиков подобных технологий в неблагоприятные условия по сравнению с зарубежными игроками на глобальном рынке экологических товаров и услуг (РЭТУ). При решении контроля задач эмиссии черного углерода целесообразно использовать положения теории управления экологическими рисками [5], а также инструменты технологической платформы ТП «Технологии экологического развития» [6]. В области высшего образования необходимо разработать и имплементировать магистерские программы в области исследования поступления черного углерода в Арктику с учетом основных положений Болонского процесса [7].

Платформа [https://www.researchgate.net/profile/Valery\\_Abramov2/](https://www.researchgate.net/profile/Valery_Abramov2/) была использована в качестве инструмента научной коммуникации при проведении исследований.

Работа выполнена в Российском государственном гидрометеорологическом университете в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FSZU-2020-0009.

### **Литература**

1. Абрамов В.М., Гогоберидзе Г.Г., Попов Н.Н. Экологическое просвещение и образование в области контроля черного углерода / 16-й Международный форум «День Балтийского моря», 18-20 марта 2015, Санкт-Петербург, 2015
2. Bond T. C. et al. Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment // J. Geophys. Res. Atmos., 2013, 118, 5380–5552. - DOI: 10.1002/jgrd.50171
3. Abramov V.M., Gogoberidze G.G., Karlin L.N., Lednova J.A., Popov N.N. Clean technologies development strategy for the national black carbon controlling system in the Russian Arctic // 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology

Management, SGEM, Bulgaria June 19-25, 2014, Vol. 2, 313-320. - DOI: 10.5593/SGEM2014/B42/S19.041

4. Абрамов В.М., Гогоберидзе, Бербуши С.В., Малахова Ю.А., Попов Н.Н., Бачиев Р.И. Об инвентаризации источников черного углерода на Северо-Западе России / 16-й Международный форум «День Балтийского моря», 18-20 марта 2015, Санкт-Петербург, 2015 - DOI: 10.13140/RG.2.1.1844.9443

5. Карлин Л.Н., Абрамов В.М. Управление энвиронментальными и экологическими рисками. – СПб.: РГГМУ, 2013. – 332 с.- DOI: 10.13140/2.1.1978.8482

6. Абрамов В.М, Карлин Л.Н, Касимов Н.Н., Моргунов Б.А. Технологическая платформа "Green Technologies" в аспекте международного сотрудничества на современном этапе изменения глобализации, Дайджест мировой политики XXI века: ежегодный обзор. Том 6, глава: Энергетика и экология в региональном измерении, 2013, pp.135-144. - DOI: 10.13140/2.1.3551.7123

7. Абрамов В.М., Карлин Л.Н., Скобликова А.Л. Гармонизация российских и европейских магистерских программ в области экологического туризма, Ученые записки РГГМУ, 2006, вып. 3, с. 172-183.

### **Black carbon as research area within Arctic Council framework**

**Abramova A.L., Prostakevich K.S., Chestnov A.I., Abramov V.M., Sanina Yu.P. , Shabanova .A.**

*Российский государственный гидрометеорологический  
университет, Санкт-Петербург, Россия, k.prost00@mail.ru*

Abstract. There are considered main directions of solving the problem of the impact of black carbon on climate change in the Arctic, as work area in framework of the Arctic Council, where Russia is a permanent member.

Key words: black carbon, Arctic, Arctic Council

## Вирусные атаки в современном мире умных устройств

Белянинова Е.Г.<sup>1</sup>, Богданов П.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, г. Санкт-Петербург, Россия, belyazui414@gmail.com

<sup>2</sup> – РГГМУ, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Статья рассматривает исследования различных IT компаний в области уязвимостей умных устройств, проведенных за 3 последних года. Рассмотрены основные выявленные уязвимости, приведена статистика атак и попыток сканирования за разные временные промежутки.

Ключевые слова: IoT устройства, умный дом, вирусы, вирусные атаки, уязвимости умных устройств.

Компьютерные технологии в жизни современного человека играют большую роль. У каждого человека есть смартфон с огромным количеством приложений. На рынок товаров для массового потребителя выходит все больше и больше различных гаджетов, начиная от часов и зубных щеток, заканчивая полноценным умным домом. Каждое такое устройство собирает огромное количество информации о владельце и дает огромное поле для деятельности злоумышленников [1].

Сейчас существует масса различных вирусов, которые затрагивают все сферы, охватываемые компьютерными технологиями. Вирусные программы захватывают мир, с их помощью взламываются банковские счета, воруются личные данные, взламываются автомобили и многое другое. Как и биологические, компьютерные вирусы развиваются, становятся все скрытными и вредоносными.

В 2017 году Мичиганский университет проводил исследование модельного «умного» дома, в котором было установлено и подключено к интернету 18 разных устройств (кровать, светильники, кофеварка, замки, зубная щетка и другие). Основной целью было тестирование устройств на выявление уязвимостей интеллектуальных систем управления домом. Результаты эксперимента говорят о том, что основными уязвимостями являются избыточные разрешения и небезопасные сообщения. Около половины установленных приложений имеют доступ к излишним данным и возможностям. Так же при взаимодействии с физическими устройствами приложения обменивались сообщениями, содержащими конфиденциальную информацию [2].

В 2018 году антивирусная лаборатория «Доктор Веб» зафиксировала скачок вирусных атак на умные гаджеты почти в 4 раза по сравнению с 2017 годом. Так, к концу года хакеры атаковали смарт-вещи 99,2 млн раз. С каждым годом количество попыток взлома растет, так за первое полугодие 2019 года было зафиксировано 71,5 млн атак. Наибольшей популярностью пользуются троянские программы для проведения DDoS атак. Далее по распространенности программы, позволяющие перехватывать управление устройствами. Ну и третье место по распространенности занимают майнеры [2].

В 2019 году чешской компанией Avast было проведено исследование, целью которого было доказать массовость атак на системы умного дома. В рамках эксперимента компанией было установлено более 500 серверов-ловушек, выдающих себя за IoT устройства. Серверы-ловушки были расположены в России, Мексике, Франции, Германии, Южной Корее, Австралии, Великобритании, Австралии, Японии, Испании, Ирландии, Сингапуре, США и Индии. За два часа работы этих серверов их просканировали 561003 раза. Было установлено, что чаще всего сканируются порты 8088 (чаще всего встречается в стриминговых устройствах и умных колонках), Telnet 22 и SSH 23 (обычно присутствуют в роутерах). Согласно исследованию специалистов компании Avast, стриминговые устройства входят в топ-5 самых уязвимых устройств. Так же две трети роутеров России имеют уязвимости программного обеспечения или слабые учетные данные [3].

В конце 2019 года компания Check Point Research выпустила отчет, в котором говорится об

уязвимости умных ламп Philips Hue. С помощью удаленного входа в протоколе ZigBee, который используется для управления большим количеством IoT устройств, злоумышленники имеют возможность проникнуть в сеть [4]. Исследователи компании Check Point смогли использовать лампочку в качестве платформы для полного контроля над сетевым мостом управления лампами. Такой контроль позволяет злоумышленникам проникнуть в корпоративную или домашнюю сеть.

Одной из основных уязвимостей умных устройств является backdoor, который встроен в каждое используемое устройство самим производителем. На данный момент ни один производитель не готов отказаться от «черного хода» оправдывая это необходимостью предоставлять техническую поддержку пользователям. На деле же это серьезная уязвимость, позволяющая злоумышленникам получить контроль над устройством.

#### Литература

1. Татарникова Т.М., Журавлев А.М. Нейросетевой метод обнаружения вредоносных программ на платформе Android//Программные продукты и системы. 2018. № 3. С. 543-547.
2. «Умный» дом с точки зрения уязвимости: разбираемся с векторами и механиками атак // Блог компании Trend Micro [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/company/trendmicro/blog/445538/>
3. «Умные» устройства подвергаются вирусным атакам чаще, чем раньше // АО «Коммерсантъ» [Электронный ресурс] URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4509017>
4. Татарникова Т.М., Палкин И.И. Применение парадигмы интернета вещей в концепции "умного города"//Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2019. № 57. С. 187-197.

### Virus attacks in the modern world of smart devices

**Belyaniniva E.G.<sup>1</sup>, Bogdanov P.Yr.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – RSHU, Saint Petersburg, Russia, [belyazui414@gmail.com](mailto:belyazui414@gmail.com)

<sup>2</sup> – RSHU, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The article examines the research of various IT companies in the field of smart device vulnerabilities conducted over the past 3 years. The main identified vulnerabilities are considered, and statistics of attacks and scanning attempts for different time periods are provided.

Key words: IoT devices, smart home, viruses, virus attacks, smart device vulnerabilities.

## Совместный анализ атмосферных и геофизических процессов - основа управления сейсмическими рисками

Боков В.Н.<sup>1</sup>, Лебедев С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Геофизический исследовательский центр «Градиент», Ленинградская обл.,  
viktor.bokov333@gmail.com

Аннотация. На основе анализа 45 случаев мощных землетрясений исследована возможность использования мониторинга изменчивости атмосферных процессов и измерений GPS, радона, уровня подземных вод, уровня геоакустических шумов в целях краткосрочного прогноза землетрясений.

Ключевые слова: атмосферные процессы, триггер, геофизические предвестники связи атмосферы и сейсмичности.

Современная сейсмология пока не может прогнозировать точное место и дату землетрясений, поэтому разработки методов управления сейсмическими рисками является особенно актуальными [2]. Причины возникновения землетрясений изучены недостаточно, поскольку процессы, происходящие внутри земной коры, визуально не видны и не доступны для исследования. Поэтому землетрясения пытаются прогнозировать, основываясь на различные рода предвестниках [7, 10]. Считается, что все известные предвестники землетрясений появляются в результате воздействия на них деформационных процессов [7, 8, 10]. При этом сейсмологи игнорируют экзогенные процессы и прежде всего изменения атмосферного давления, но именно атмосферное давление создает дополнительную деформацию земной коры [1]. Известно, что падение атмосферного давления в циклоне на 1 мм соответствует уменьшению давления на 1 км<sup>2</sup> на 13,6 миллиона килограмм, а в антициклоне рост на 1 мм приводит к увеличению давления на 1 км<sup>2</sup> на 13,6 миллиона килограмм.

Анализ многочисленных случаев изменения атмосферной циркуляции, предшествующих сильным землетрясениям, позволил установить триггерные эффекты, способствующие возникновению сейсмических событий [1, 2, 4, 6]. Смещения сопряженных циклона и антициклона приводят к колебаниям земной коры и возникновению волн Лява [9]. Атмосферные триггерные эффекты обусловлены быстрой сменой атмосферных вихрей противоположного знака в районе активных разломов, что приводит к резкому росту тангенсальных напряжений на разломе и возникновению землетрясений [1]. Для прогноза сейсмических событий в работах был [1-6] предложено использовать атмосферно-циркуляционный предвестник землетрясений. Под атмосферно-циркуляционным предвестником (АЦП) для фиксированного роя эпицентров землетрясений понимается такое изменение атмосферной циркуляции, при котором в данном эпицентре периодически инициируются новые землетрясения. Периодичность возникновения землетрясений зависит от степени «готовности» горных пород к разрушению или зацепов к соскальзыванию [7, 8, 10]. Готовность горных пород к разрушению можно оценить по результатам мониторинга геофизических предвестников, который проводятся Федеральным исследовательским центром единой геофизической службы Российской Академией Наук (ФИЦ ЕГС РАН). В целях определения возможности использования геофизических измерений совместно с атмосферно-циркуляционными предвестниками в прогнозах, проводился ретроспективный анализ связей АЦП с геофизическими измерениями КФ ФИЦ ЕГС РАН на Камчатке. На основе анализа 45 случаев мощных землетрясений проведены исследования связей измерений GPS, измерений литосферных газов (радона), уровня подземных вод, геоакустических шумов с изменениями атмосферных процессов.

Исследования по данным мониторинга измерений GPS, радона, уровня подземных вод и геоакустических шумов показали, что интенсивность и возникновение геофизических предвестников тесно связаны с триггерными процессами (АЦП) и степени готовности возникновения землетрясений.

Во всех 45 случаях за 5-7 суток перед ЗТ с  $M \geq 5.5$  наблюдались слабые не структурированные изменения уровней дневной поверхности разного знака. За 2-3 суток до возникновения землетрясений наблюдались существенные пространственные, структурированные, быстрые изменения уровня дневной поверхности и значительное увеличение величины наклонов поверхности разного знака. Именно быстрые изменения знаков дневной поверхности с существенным увеличением величины наклонов являются критерием «готовности» горных пород к разрушению. При этом в атмосфере должен присутствовать АЦП, характерный для конкретного района Камчатки, Командорских и Курильских островов. При наличии перечисленных условий вероятность возникновения землетрясений с  $M \geq 5.5$  очень высока.

С целью достижения большей достоверности прогноза следует использовать и другие, дополнительные геофизические предвестники, уточняющие вероятность возникновения сильного землетрясения. Например, данные уровнемерных наблюдений на скважине ЮЗ-5 (Камчатка) имеют хорошую когерентность с изменениями атмосферных процессов, что позволяет использовать данное свойство в прогностических целях. Основным прогностическим параметром для уровня подземных вод является интенсивность роста или снижения уровня воды. Также изменения синоптической ситуации приводит как к уменьшению эмиссии радона в атмосферу, так и к увеличению эмиссии радона. В зависимости от готовности горных пород интенсивность эмиссии радона, служит ярким предвестником сильного сейсмического события. Измерения геоакустических шумов рационально использовать в среднесрочных прогнозах землетрясений.

На основе результатов ретроспективных данных и оперативного, совместного анализа данных мониторинга АЦП, измерений GPS, эманации радона разработан новый подход для составления краткосрочного прогноза землетрясений в оперативном порядке. Применение в практике нового подхода позволит составлять краткосрочные прогнозы землетрясений более успешно и надежно. Выявленные связи геофизических предвестников с АЦП позволяют составлять надежные краткосрочные прогнозы как по территории Камчатки, так и для других регионов при наличии в этих регионах геофизических наблюдений.

#### Литература

1. Боков В.Н, Гутшабаш Е.Ш., Потиха Л.З. Атмосферные процессы как триггерный эффект возникновения землетрясений // Ученые записки РГГМУ. 2011. №18, С.173- 184.
2. Боков В.Н. Когда содрогнется Земля? Краткосрочные прогнозы землетрясений // Наука и Жизнь, № 9, 2011, С. 49-59.
3. Боков В.Н., Воробьев В.Н. Мониторинг геофизических предвестников и прогноз землетрясений // РГГМУ, Ученые записки №36, 2014, С.128-138.
4. Боков В.Н., Воробьев В.Н. Инициирование «быстрых» землетрясений атмосферным триггером // РГГМУ, Ученые записки № 47, 2017, С.56-66.
5. Боков В.Н. Возможности метеорологии в управлении сейсмическими рисками // РГГМУ, Ученые записки №55, 2019, С.160-174.
6. Бенкендорф О.В., Боков В.Н., Лебедев С.В. Мониторинг и прогноз триггерных эффектов, инициирующих землетрясения // Триггерные эффекты в геосистемах: материалы докладов V-й Международной конференции, Москва, 4–7 июня 2019 г. М. ТОРУС ПРЕСС. 2019. С. 341-348
7. Завьялов А.Д. Среднесрочный прогноз землетрясений: основы, методика, реализация. М.: Наука. 2006. 254 с.
8. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М.: Наука. 1987. 100 с.
9. Сидоренков Н.С. Физика нестабильностей вращения Земли. М.: Наука, 2001. 375 с.
10. Соболев Г.А., Пономарев А.В. Физика землетрясений и предвестники // М.: Наука. 2003. 270 с.

## **Joint analysis of atmospheric and geophysical processes - seismic risk management basis**

**Bokov V.N.<sup>1</sup>, Lebedev S.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> - *Center for geophysical forecasts "Gradient", Leningrad region,  
victor.bokov333@gmail.com*

Annotation. Based on the analysis of 45 cases of powerful earthquakes, the possibility of using the monitoring of the variability of atmospheric processes and measurements of GPS, radon, groundwater level, geoacoustic noise level for the purpose of short-term earthquake forecasting was investigated.

Keywords: atmospheric processes, trigger, geophysical precursors of the relationship of the atmosphere and seismicity.

## **Разработка системы управления безопасностью электрических сетей на основе применения геоинформационных систем**

**Бурлов В.Г.<sup>1</sup>, Маньков В.Д.<sup>2</sup>, Полюхович М.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, burlovvg@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Санкт-Петербургский университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup> – *Санкт-Петербургский университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, mpolyukhovich@gmail.com*

Аннотация. На процесс передачи электроэнергии оказывают влияние метеорологические факторы. Для прогнозирования и устранения угроз процессу электроснабжения разработана система управления безопасностью электрических сетей на основе синтеза с применением ГИС.

Ключевые слова: геоинформационная система, электрические сети, подход на основе синтеза

Электроэнергетика – одна из наиболее важных отраслей экономики России. Режим работы электроэнергетической системы определяется потребностями в электроэнергии, а также текущими гидрометеорологическими условиями [1].

Погодозависимость электроэнергетики определяется значительным количеством объектов инфраструктуры, подверженных воздействию климатических факторов: воздушные линии передачи электроэнергии, трансформаторные подстанции и т.д. С воздействием гидрометеорологических явлений и процессов связаны потери при передаче энергии, кратковременные и долговременные нарушения энергоснабжения, непосредственный ущерб объектам инфраструктуры [2]. Для организаций энергетики перечисленные виды потерь осложняются системой применения штрафных санкций со стороны потребителей энергии в случае отключений энергии или поставки энергии ненадлежащего качества [3].

Если рассмотреть типы потерь в электрических сетях при воздействии метеорологических факторов, то можно выделить два типа:

- повреждение объектов инфраструктуры (линий и опор линий электропередач);
- нарушение подачи электроэнергии.

ЛЭП наиболее подвержены воздействию таких метеорологических факторов, как сильный ветер, гололедно-изморозевые отложения, грозовые явления [4]. Данный факт приводит к возникновению проблемы обеспечения требуемого уровня безопасности электрических сетей, что в свою очередь позволит гарантировать устойчивое электроснабжение потребителей (выполнение объектом электроэнергетического комплекса своего предназначения).

Одним из путей решения проблемы является создание геоинформационных систем (ГИС). ГИС представляет собой единую систему картографической информации, включающей цифровые данные о каждой конкретной местности. Отличительной особенностью ГИС является наличие связи между различными точками пространства с предоставлением типовой информации от внешних источников [5-6].

Формирование устойчивого электроснабжения базируется на реализации условий требуемого процесса управления. Преобразование информационных и деятельностных ресурсов в интересах достижения цели деятельности позволяет разработать технологию соответствующего ситуации управления.

Человеческая деятельность основывается на решении лица, принимающего решение (ЛПР) [7]. Для устойчивого управления процессами необходимо иметь соответствующую обстановке математическую модель решения человека. Решение ЛПР представляет собой набор требуемых условий процесса управления, формирующих воздействующие на объект управления (объект электроэнергетики) элементы. Управление электроснабжением, базирующееся на такой модели, позволяет достигнуть целевого предназначения объекта управления – электроснабжение

потребителей.

Совокупность результатов управления и сведений о метеорологической обстановке на территории мониторинга поступают в подсистему наблюдения. Следовательно, возникает задача установления модели формирования геоданных. Обладая характеристиками модели геоданных, можно гарантировать своевременное реагирование на изменение метеорологических показателей в изменяющихся условиях. Система геоинформационного мониторинга образует замкнутую самоорганизующуюся систему.

Из вышеперечисленного вытекает проблема интеграции двух процессов:

- процесс формирования решения;
- процесс формирования геоданных (характеристик показателей ветровой нагрузки, грозных явлений, осадков, температуры, солнечной радиации).

Интеграция системы управления электроснабжением и ГИС приводит к созданию геоинформационной системы управления электроснабжением (ГИС УЭС). Деятельность такой системы должна обеспечивать получение гарантированного результата – снабжение потребителей электроэнергией.

Управление процессом бесперебойного электроснабжения требует формировать процессы с наперёд заданными свойствами. Концепция управления, основанная на синтезе, позволяет удовлетворять этим требованиям. В основе синтеза системы управления безопасностью электроснабжения и геоинформационной системы лежит математическая модель управленческого решения, полученная преобразованием «управленческого решения» методами декомпозиции, абстрагирования и агрегирования [7].

#### Литература

1. Гашо Е.Г., Гужов С.В., Кролин А.А, Началов А.В. Расчёт ущербов электротехнического комплекса московского мегаполиса от опасных климатических изменений // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2018. – №4. – С. 439-450.
2. Разумов В.В. Подверженность объектов электроэнергетики Северного Кавказа опасным природным процессам и явлениям // Геориск. – 2014. – № 1. – С. 22-32.
3. Белицын И.В., Рысев Д.В. Проблемы контроля и анализа показателей качества электрической энергии и способы их решения // ОНВ. – 2017. – №6 (156) – С. 53-57.
4. Шевченко Ю.Н., Тринеев Е.А., Звягинцева А.В. Факторы, влияющие на надежность объектов энергообеспечения // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2011. – №1 (2). – С.147-149.
5. Тарбаев В.А., Долгирев А.В., Забелин С.А., Кондракова С.А. Комплексный мониторинг земель с применением ГИС-технологий // МНИЖ. – 2016. – №6-5 (48). – С. 156-160.
6. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. СПб: изд-во РГГМУ. – 2008. – 408 с.
7. Бурлов В.Г. Синтез модели управления информационной безопасностью // Материалы IV Международной научно-практической конференции (ИУСТ-ОДЕССА-2015). – 2015. – С. 147-150.

## **Development of safety management system of electric power networks based on the appliance of geo information system**

**Burlov V.G.<sup>1</sup>, Mankov V.D.<sup>2</sup>, Polyukhovich M.A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Peter the Great St/ Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia, burlovvg@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Peter the Great St/ Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia*

<sup>3</sup> – *Peter the Great St/ Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,  
mpolyukhovich@gmail.com*

Abstract. The process of electric power transmission is influenced by meteorological factors. In order to predict and eliminate threats to the electric power supply process, a safety management system of electric power networks based on synthesis using GIS is developed.

Key words: geo information system, electric power network, the approach based on the synthesis

## Техносферная безопасность при геоинформационном управлении производством по делам об административных правонарушениях

Бурлов В.Г.<sup>1</sup>, Мионов А.Ю.<sup>1</sup>, Миронова А.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, СПб, Россия, [wakedeer@gmail.com](mailto:wakedeer@gmail.com)

<sup>2</sup> – Университет ИТМО, СПб, Россия

Аннотация. Предложено гарантированное обеспечение административной практики в разумный срок под управлением геоинформационных систем. Синтезирована структурно-функциональная модель принятия управленческих решений, агрегированная системой уравнений Колмогорова.

Ключевые слова: техносферная безопасность, административная практика, геоинформационное управление, уравнения Колмогорова-Чепмена, структурно-функциональная технология.

Латентность до 3/4 административных правонарушений и неуплата до 1/3 административных штрафов свидетельствует о ненадлежащем состоянии техносферной безопасности при административной практике, указывающим на разрушение целостности производства по делам об административных правонарушениях [1]. Преодоление расстройств достоверности и полноты административной практики особенно актуально в отношении административных правонарушений, по которым следы скрыты особенностями местности, а правонарушители скрываются от внимания субъектов административной юрисдикции. Профилактика, предупреждение, пресечение, фиксация и доказывание подготовки или совершения правонарушений требуют регламентного снабжения субъектов административной юрисдикции на подведомственной территории в разумный срок географическими координатами объектов, содержащих признаки события и состава, и участников производства для незамедлительного проведения по ним процессуальных проверок и процедур.

В процессе мониторинга геоинформационная система (ГИС) организует проблемно-ориентированное наблюдение и координатное обеспечение на основе пассивного или активного дистанционного зондирования [2]. На стыке административной практики и ее геокоординирования возникает научная проблема обеспечения надлежащих интенсивностей функционирования ГИС и лица, принимающего решения, (ЛПР) для управления с наперед заданной эффективностью.

ЛПР осуществляет управление на основе модели. В связи с ее отсутствием актуальность и самостоятельный научно-практический интерес приобретает синтез адекватной математической модели принятия управленческого решения, построенной на базовых законах мироустройства в рамках единого подхода к универсальному формализованному критерию. На ее основе создаются критерий и структурно-функциональная технология гарантированного управления с применением ГИС административным производством в разумный срок.

Для обеспечения адекватности синтез модели принятия управленческого решения, формирующий с наперед заданными свойствами процессы и гарантирующий достижение цели управления, следует основывать на законе сохранения целостности объекта [3]. В соответствии с естественно-научным подходом, организация принятия управленческого решения рассматривается в свете трех его свойств (объективности, целостности, познаваемости) на каждом из трех уровней познания (методологическом, методическом, технологическом). Формирование адекватной модели осуществляется декомпозицией, абстрагированием и агрегированием принятия управленческого решения в математический агрегат условия существования процесса управления. Он устанавливает формальную аналитическую зависимость вероятности нахождения объекта управления в каждом из его базовых состояний: исходном, целевом, идентификации или нейтрализации проблем (нарушений), – от четырех обобщенных временных параметров. Эти исходные ресурсы невосполнимы и функционально отражают действия (работы) для достижения внутрисистемных состояний: среднестатистического периода штатного проведения целевого

процесса. среднего времени появления проблемы, ее идентификации и нейтрализации.

Административная практика реализует целевой процесс и при просрочке разумного срока его осуществления срывается в исходное состояние продлением или прекращением соответствующей стадии административного производства. В связи с пуассоновским потоком нарушений ЛПР реализует за счет ГИС комбинации процедур их идентификации и нейтрализации с возможным срывом в исходное состояние. Тогда модель управления административным производством в виде непрерывной цепи Маркова характеризуется вероятностями нахождения в одном из четырех базовых состояний, связанных интенсивностями переходов и срывов. Связь вероятности нахождения производства по делам об административных правонарушениях в каждом из его базовых состояний, отражающей эффективность управления, с интенсивностями непрерывных марковских переходов между состояниями объекта конкретизируется системой уравнений Колмогорова-Чепмена при стремлении пуассоновских потоков процессов к стационарному режиму.

Интенсивность потока зависит от структуры и продолжительности переходов по состояниям (событиям) внутри процесса. Установление функциональных зависимостей интенсивности целевого процесса, потока проблем, их идентификации и нейтрализации от продолжительностей переходов по внутренним событиям этих процессов целесообразно осуществлять структурно-функциональным методом на сетевых моделях, явно увязывающих выполнение работ по переходам и затраченное на них время. Сетевой анализ позволяет установить через критические пути периоды процессов. Статистика вынесения и исполнения постановлений по делам об административных правонарушениях оценивает частоту срывов целевого процесса и нейтрализации его нарушений. Вероятность технических ошибок функционирования ГИС дает частоту срывов идентификации.

В текущей ситуации, характеризующейся интенсивностью целевого процесса и появления проблемы, для нормативно установленных уровней максимально допустимых частот срывов и минимально достаточной эффективности производства, критерий гарантируемого управления позволяет ЛПР контролировать достаточность и оптимизировать интенсивность идентификации благодаря информационно-аналитической работе в ГИС и нейтрализации благодаря управленческому решению путем рационализации продолжительности переходов по их событиям.

Частота срывов целевого процесса задает состояние соответствия (пригодности) административной практики признаками разумного срока. В рамках показателя пригодности настраивается эффективность управления оптимизацией идентификации и нейтрализации.

Эффективность управления снижается в большей степени из-за аналогичной доли срывов нейтрализации, чем идентификации. Технические ошибки ГИС частично исправимы другими средствами информационно-аналитической работы. Ограниченный набор средств нейтрализации не дает ЛПР дополнительную возможность компенсировать непоправимые потери разумного срока.

### Литература

1. Бурлов В.Г., Миронов А.Ю., Миронова А.Ю. Применение геоинформационной системы в профилактике, выявлении и доказывании административных правонарушений // Ученые записки РГГМУ. – 2019. – № 57. – С. 126-146.
2. Малинин В.Н., Глок Н.И. Использование спутниковых данных о температуре поверхностного слоя воды для оценки стерических колебаний уровня Мирового океана // Исследование Земли из космоса. – 2014. – № 3. – С. 27-32.
3. Бурлов В.Г. Закон сохранения целостности объекта – методологическая основа решения задач информационной войны и обеспечения безопасности // Нейрокомпьютеры и их применение: тезисы докладов. – М.: МГППУ, 2017. – С. 261-263.

## **Technosphere security in the geoinformation management by production on affairs about administrative offenses**

**V.G. Burlov<sup>1</sup>, A.Yu. Mironov<sup>1</sup>, A.Yu. Mironova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *RSHU, SPb, Russia, wakedeer@gmail.com*

<sup>2</sup> – *ITMO University, SPb, Russia*

Abstract. The guaranteed provision of administrative practice within a reasonable time under the geoinformation system management is presented. The structural-functional model of managerial decisions making is synthesized, aggregated by the Kolmogorov–Chapman equations system.

Key words: technosphere security, administrative practice, geoinformation management, Kolmogorov-Chapman equations, structural-functional technology.

## Методы обеспечения пожарной безопасности в лесах

**Бурлов В.Г.<sup>1</sup>, Шавуров С.А.<sup>2</sup>, Шершнева А.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup> – *Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, sergey\_shavurov@mail.ru*

Аннотация. Существует множество подходов к обеспечению пожарной безопасности в лесах, однако, не существует комплексной системы управления безопасностью. Авторами рассмотрены методы обеспечения безопасности в лесах, и предложен подход к разработке моделей управления решениями.

Ключевые слова: пожарная безопасность, обеспечение безопасности, защита окружающей среды, лесные пожары.

Человечество всю свою историю страдает от огня и пожаров. Если с городскими пожарами научились эффективно бороться или, по крайней мере, останавливать распространение, то с лесными пожарами дела обстоят хуже – достаточно возникнуть одному очагу пожара в отдаленной местности, как тут же огонь распространиться на большую территорию леса, что приведет к трудностям с его ликвидацией.

Причиной лесных пожаров являются антропогенные и природные факторы, причем антропогенный фактор занимает 72%, в то время как от грозových разрядов – 14%, от сельскохозяйственных завалов – 7%, по иным причинам – 7% [1].

Лесные пожары несут большой урон как для экологии, так и для человека. Во время лесных пожаров происходит большое выделение токсичных веществ в атмосферу, которые могут иметь канцерогенное воздействие на человеческий организм. Например, бензопирен [2], в связи с утерей зеленого покрова происходит эрозия почвы и сокращение животного мира [3].

Главной целью в борьбе с лесными пожарами является своевременное обнаружение очагов возгорания. Данную ситуацию могут исправить автоматизированные устройства с использованием GPS технологий или использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) оснащенных тепловизионными приборами для ведение пожарной разведки [4]. Также возможно использование мониторинга на основе «Географических информационных технологий/систем» (ГИТ/С), которые позволяют накапливать и обрабатывать информацию с целью прогнозирования и мониторинга лесных пожаров [5].

БПЛА доказали большую эффективность в обнаружении лесных пожаров и уже применяются территориальными органами МЧС РФ для обнаружения пожаров, а также для установки оборудования для мониторинга пожарной обстановки в труднодоступных местах [6].

Еще одним средством мониторинга является развертывание беспроводной сенсорной сети (БСС) [7]. Данная сеть состоит из большого количества малых датчиков, которые собирают различную информацию от сенсоров, такую как: влажность воздуха, температура воздуха, колебания земной поверхности и иные параметры окружающей среды. Развертывание данной сети возможно с использованием БПЛА. Применение подобной системы сенсоров позволит получать информацию об изменениях окружающей среды и передавать ее в ГИС, которая уже будет заниматься прогнозированием и мониторингом лесных пожаров.

Главной задачей управления всеми техническими средствами, используемыми в борьбе с пожарами, является обеспечение пожарной безопасности в лесах. Для достижения цели деятельности необходимо, чтобы модели, на которых основываются системы управления, удовлетворяли условию адекватности. Поэтому при разработке систем предлагается использовать естественно-научный подход [8]. Данный подход реализуется через три основных принципа: принцип целостности мира (закон сохранения целостности объекта [9]), принцип трехкомпонентности познания и принцип познаваемости мира.

Основа любой системы управления безопасностью – решение. При этом, чтобы техническая система могла выработать план действий, необходимо разработать для неё адекватные математические модели. Подход на основе синтеза позволит моделировать с наперед заданными свойствами, то есть можно заранее указать требуемый результат и на основе этого строить модель [10, 11].

В реальных условиях лицо, принимающее решение об обеспечении пожарной безопасности лесов, находится в ограниченных временных рамках. Поэтому основной характеристикой модели должно выступать время.

Применение указанного подхода для моделирования системы управления пожарной безопасностью лесов позволит объединить рассмотренные методы и технологии в единую эффективную техническую систему обеспечения безопасности.

#### Литература

1. Мальцев А.Н., Покровский А.А., Ляпин А.А., Бушковский Е.А. Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности в лесах // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. №1 (7).

2. Belykh L. I. Forest fires and their environmental problems on the territory of Irkutsk Region //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2020. – Т. 408. – №. 1. – С. 012014.

3. Габбасова И. М. и др. Влияние низовых пожаров на свойства и эрозию лесных почв Южного Урала (Башкирский государственный природный заповедник) //Почвоведение. – 2019. – №. 4. – С. 412-421.

4. Keefe, R.F., Wempe, A.M., Becker, R.M., Zimbelman, E.G., Nagler, E.S., Gilbert, S.L. & Caudill, C.C. 2019, "Positioning methods and the use of location and activity data in forests", Forests, vol. 10, no. 5.

5. Усков В. М., Болдырева О. Н. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЛЕСОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ //Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2018. – Т. 1. – С. 669-671.

6. Баканов М. О., Анкудинов М. В. Применение беспилотных летательных аппаратов при проведении разведки лесных пожаров //Новая наука: от идеи к результату. – 2016. – №. 10-3. – С. 12-15.

7. Заяц А. М., Логачев А. А. Информационная система мониторинга лесов и лесных пожаров с использованием беспроводных сенсорных сетей //Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии-СПб.: СПбГЛТУ. – 2016. – №. 216. – С. 241-255.

8. Бурлов В. Г. Методология оценивания и управления рисками возникновения ЧС в организационно-технических и социально-экономических системах //Региональные риски чрезвычайных ситуаций и управление природной и техногенной безопасностью муниципальных образований. – 2004. – С. 220-233.

9. Бурлов В. Г. Закон сохранения целостности объекта-методологическая основа решения задач информационной войны и обеспечения безопасности //Нейрокомпьютеры и их применение Тезисы докладов. – 2017. – С. 261-263.

10. Burlov V. G. et al. The methodological basis for the strategic management of territory development //International Multidisciplinary Scientific GeConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, Bulgaria. – 2018.

11. Burlov V. G., Grachev M. I., Shlygina N. S. Adoption of management decisions in the context of the uncertainty of the emergence of threats //2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM). – IEEE, 2017. – С. 107-108.

### **Methods of providing fire safety in forests**

**Burlov V.G.<sup>1</sup>, Shavurov S.A.<sup>2</sup>, Shershneva A.I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia*

<sup>2</sup> – *Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg, Russia,  
sergey\_shavurov@mail.ru*

Abstract. There are many approaches to ensuring fire safety in forests, however, there is no comprehensive security management system. The authors considered methods for ensuring safety in forests, and proposed an approach to the development of decision management models.

Key words: fire safety, providing safety, environmental protection, forest fires

## Разработка модели обеспечения безопасности пожарного при тушении пожаров на опасных производственных объектах

**Бурлов В.Г.<sup>1</sup>, Шершнева А.И.<sup>2</sup>, Шавуров С.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup> – *Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия, shai221298@gmail.com*

Аннотация. В результате пожаров на опасных производственных объектах в атмосферу поступает большое количество вредных веществ, что оказывает негативное влияние на окружающую среду. Важно обеспечить безопасность пожарного, чтобы он гарантированно за короткий срок смог ликвидировать возгорание и, тем самым, остановить воздушное загрязнение.

Ключевые слова: пожарный, обеспечение безопасности, загрязнение окружающей среды, модель

Опасные производственные объекты несут в себе потенциальную угрозу как для населения, так и для окружающей среды. В среднем пожары составляют 58,9% от количества всех аварий на производствах [1]. Предупреждение и быстрая ликвидация возгораний позволит снизить негативное воздействие на окружающую природную среду.

При горении сырья, используемого на опасных производственных объектах, образуются различные токсичные и ядовитые соединения [2]. Выделение вредных веществ начинается уже на начальной стадии пожара, поэтому важно как можно быстрее ликвидировать возгорание.

В процессе тушения пожара на производстве пожарный подвергается негативному воздействию следующих факторов: высокая температура, вредные и токсичные вещества, обрушение конструкций зданий и сооружений [3]. В результате, пожарный может не справиться с поставленными задачами, и концентрации вредных веществ в атмосфере достигнут опасных значений.

Для гарантированного достижения цели деятельности пожарного необходимо разработать модель обеспечения безопасности пожарного при тушении пожаров на опасных производственных объектах. Главным условием является адекватность. Поэтому предлагается основываться на естественно-научном подходе, который реализуется через три принципа [4]:

- принцип целостности мира, реализующийся через закон сохранения целостности объекта;
- принцип трехкомпонентности познания, реализующийся через три уровня представления обстановки (абстрактный, абстрактно-конкретный и конкретный);
- принцип познаваемости мира, основывающийся на трех методах – декомпозиция, абстрагирование, агрегирование.

В качестве основного подхода необходимо использовать подход на основе синтеза. Главным преимуществом является возможность задать требуемые характеристики заранее [5, 6].

Основа системы обеспечения безопасности – решение, которое строится на основании модели. Основываясь на естественно-научном подходе, математическая модель решения будет следующей:

$$P = F(\Delta t_{\text{пп}}, \Delta t_{\text{ип}}, \Delta t_{\text{нп}})$$

Где  $\Delta t_{\text{пп}}$  – среднее время появления проблемы,  $\Delta t_{\text{ип}}$  – среднее время идентификации проблемы,  $\Delta t_{\text{нп}}$  – среднее время нейтрализации проблемы.

В случае обеспечения безопасности пожарного необходимо учитывать его целевой процесс, тогда модель процесса формирования управленческого решения можно представить в виде графа состояний (рис.1).

Состояние  $S_1$  является начальным. В процессе тушения пожарный переходит в состояние  $S_2$  с интенсивностью  $\zeta^+$ . При возникновении угрозы пожарный переходит из состояния  $S_1$  в  $S_3$  с интенсивностью  $\lambda$ . Затем переход в состояние  $S_4$  с интенсивностью  $\nu_1$ , осуществляется

идентификация угрозы. После реализуется, сформированный в результате предыдущего перехода, план действий, пожарный переходит в  $S_2$ . В случае срыва целевого процесса произойдет переход из  $S_2$  в  $S_1$  с интенсивностью  $\zeta^-$ .

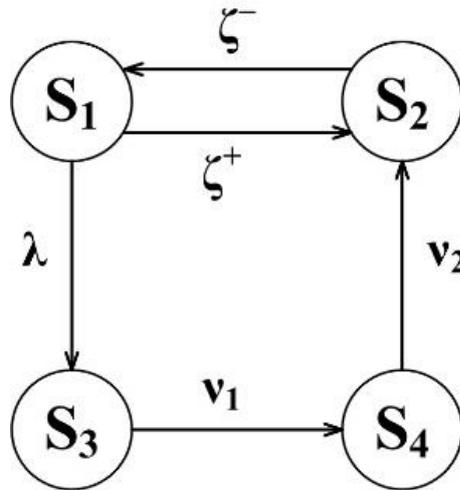


Рисунок 1– Граф состояний для процесса формирования управленческого решения с учетом целевого процесса

На основе графа можно составить систему дифференциальных уравнений Колмогорова. Учитывая, что процессы являются стационарными, можно перейти к системе однородных алгебраических уравнений и решить её. Главным является решение для состояния  $S_2$ , когда пожарный осуществил целевой процесс, и при этом все угрозы нейтрализованы:

$$P_2 = \frac{\lambda \cdot v_1 \cdot v_2 + \zeta^+ \cdot v_1 \cdot v_2}{\lambda \cdot \zeta^- \cdot v_1 + \lambda \cdot \zeta^- \cdot v_2 + \lambda \cdot v_1 \cdot v_2 + \zeta^+ \cdot v_1 \cdot v_2 + \zeta^- \cdot v_1 \cdot v_2}$$

Данная математическая модель удовлетворяет требованию адекватности, а значит технология, разработанная на её основе, сможет обеспечить безопасность пожарного и гарантированное достижение цели его деятельности. В результате, он сможет в короткие сроки остановить загрязнение окружающей среды вредными продуктами горения.

### Литература

1. Пономарев А. Я. Анализ опасностей нефтеперерабатывающих производств //Вестник научных конференций. – ООО Консалтинговая компания Юком, 2015. – №. 3-1. – С. 112-113.
2. Чепрасов С. А. Вредные вещества, поступающие в атмосферу при пожарах //Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – Т. 1. – №. 1 (7).
3. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация–Введ. протоколом Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации от 10.12.2015 № 48-2015.
4. Бурлов В. Г. Закон сохранения целостности объекта-методологическая основа решения задач информационной войны и обеспечения безопасности //Нейрокомпьютеры и их применение Тезисы докладов. – 2017. – С. 261-263.
5. Бурлов В. Г. Методология оценивания и управления рисками возникновения ЧС в организационно-технических и социально-экономических системах //Региональные риски чрезвычайных ситуаций и управление природной и техногенной безопасностью муниципальных образований. – 2004. – С. 220-233.
6. Burlov V. G. et al. The methodological basis for the strategic management of territory development //International Multidisciplinary Scientific GeConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, Bulgaria. – 2018.

## **Development of a model for ensuring the safety of a firefighter when fighting fires at hazardous production facilities**

**Burlov V.G.<sup>1</sup>, Shershneva A.I.<sup>2</sup>, Shavurov S.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia*

<sup>2</sup> – *Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St.Petersburg, Russia, shai221298@gmail.com*

**Abstract.** As a result of fires at hazardous production facilities, a large amount of harmful substances enters the atmosphere, which has a negative impact on the environment. It is important to ensure the safety of the firefighter so that he is guaranteed to be able to eliminate the fire in a short period of time and, thereby, stop air pollution.

**Key words:** firefighter, safety, environmental pollution, model.

## Состояние и перспективы развития работ по защите от заморозков

Бычков А.А.<sup>1</sup>, Корнеев В.П.<sup>1</sup>, Частухин А.В.<sup>1</sup>, Платонов Н.А.<sup>1</sup>, Доронин А.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> - АНО «Агентство атмосферных технологий», Москва, Россия, [attech@mail.ru](mailto:attech@mail.ru)

<sup>2</sup> – ВКА им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Настоящая работа посвящена проблеме борьбы с опасным для сельского хозяйства явлением, таким как заморозки. В работе выполнен анализ методов и технических средств, с использованием разработанной математической модели выполнены численные эксперименты, разработана информационно-измерительная система управления работами по борьбе с заморозками, элементы которой прошли натурные испытания на территории Республики Крым.

Ключевые слова: заморозки, сельское хозяйство, прогноз, методы воздействия, генератор дыма.

Метеорологические процессы и явления такие, как засуха, град, заморозки представляют серьезную угрозу экономики. Изучению природы заморозков и средствам борьбы с ними всегда уделялось большое значение. Особенно актуальна проблема уменьшения вредного воздействия заморозков для таких отраслей народного хозяйства, как сельское хозяйство, лесное хозяйство, транспортная система.

Прямая защита растений от заморозков - это использование различных материалов и приспособлений для снижения интенсивности излучения тепла из почвы в атмосферу.

Исследование заморозков с целью разработки методов и технических средств воздействия для защиты сельскохозяйственных культур впервые в СССР были начаты в конце 30-х – начале 40-х годов (ЛИЭМ – Н.Н. Оболенский, И.С. Семенов, А.Ф. Чудновский и др.; ГГО – М.Е. Берлянд, И.А. Гольберг, П.Н. Красиков; ВАСХНИЛ – С.В. Астапов, С.П. Казаков и др.; ОГУ – Г.Я. Федосеев, Д.И. Полищук и др.) [1]. Наиболее широко изучен и детально отработан способ открытого обогрева, заключающийся в повышении температуры растений и окружающего воздуха с помощью тепловых источников с применением твердого или жидкого топлива. Также разработаны способы борьбы с заморозками на основе перемешивания вышележащего и, следовательно, более теплого слоя воздуха с нижележащим слоем, в котором отмечаются отрицательные температуры [2, 3, 4]. Перспективными считаются методы, основанные на использовании действия искусственного дождевания и орошения. Эффект достигается увеличением теплоемкости и теплопроводности почвы. Основным недостатком способа полива – переувлажнение почвы. Известным и распространенным методом борьбы с заморозками является дымление. Способ создания дымовых завес для борьбы с заморозками начал разрабатываться в СССР в начале 30-х годов XX столетия. Глубокое теоретическое обоснование засева проведено в ГГО в 40-е – 50-е годы [5]. Обобщение результатов работ [6] по созданию дымовых завес по борьбе с заморозками показало, что данный метод более рентабелен, чем методы орошения и дождевания, но имеет ряд существенных недостатков, главным из которых является загрязнение окружающей среды и сельскохозяйственных культур. С учетом требований охраны окружающей среды от загрязнения более перспективным представляется способ борьбы с заморозками с помощью искусственных туманов. Большой цикл работ по созданию искусственных туманов для борьбы с заморозками проведен в НПО «Тайфун». Однако эти работы пока не доведены до стадии внедрения в практику.

Проведенный в работе анализ показывает, что вопрос создания современных эффективных и экологически чистых технологий борьбы с заморозками по-прежнему актуален.

В данной работе рассматривается разработанная оперативная информационно-измерительная система, состоящая из сети станций измерения характеристик окружающей среды, размещаемых на защищаемой от заморозков территории, блока приема и обработки информации, получаемой от сети станций по радиоканалу, и ноутбука с программой моделирующей

метеорологическую обстановку. Данная система позволит собирать в реальном времени информацию о метеопараметрах (температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра) на защищаемой территории. В качестве технических средств для борьбы с заморозками предлагается использовать пульсирующие аэрозольные генераторы, принцип работы которых основан на возгонке дымообразующего реагента при охлаждении газовой струи продуктов сгорания бензина в пульсирующей камере. Приводятся результаты численных экспериментов и натурных работ по борьбе с заморозками на территории Республики Крым с использованием разработанного комплекса.

На основании результатов полученных в ходе натурных испытаний, проведенных в Крыму в октябре 2016 г. делаются выводы о правильности выбранной концепции построения комплекса по борьбе с заморозками и подтверждения работоспособности элементов созданного в Агентстве АТТЕХ опытного образца такого комплекса. Проведенная валидация численной модели распространения аэрозольного облака подтвердила возможность её оперативного использования в работах по борьбе с заморозками для расчета схемы размещения генераторов аэрозоля и станций измерения метеопараметров.

### Литература

1. *Вольвач В.В., Мамаев Е.М.* Способы и технические средства активного воздействия на заморозки в СССР и за рубежом. / Активные воздействия на гидрометеорологические процессы: Труды Всероссийской конференции, Киев, 17-21 ноября 1987г. – Л., 1990. -С.450-456
2. *Вольвач В.В., Мамаев Е.В., Матухно В.Н.* Борьба с заморозками с помощью динамического воздействия на приземный слой воздуха. / Метеорология и гидрология. 1986, №7. С. 102-109.
3. *Вольвач В.В.* Динамическое воздействие на приземный слой воздуха как способ борьбы с заморозками. / Труды ВНИИСХМ, 1985. №15. С.33 - 44
4. *Вольвач В.В., Мкртчян Р.С., Мамаев Е.М. и др.* Об опыте применения вертолета Ми-8 для борьбы с заморозками на территории Араратской долины Армянской ССР. / Труды ВНИИСХМ. 1987. №22. С.119 - 130.
5. *Берлянд М.Е.* Теоретические основы защиты растений от заморозков путём дымовой завесы / Труды главной геофизической обсерватории. Л.: Гидрометеиздат, 1948. Вып. 12 (74). С. 5 - 52.
6. *Берлянд М.Е., Красиков П.Н.* Опыты по изучению методов дымления, как средства борьбы с заморозками / Труды главной геофизической лаборатории. Л.: Гидрометеиздат, 1985. Вып. 12 (74). С. 23 - 31.

### Status and prospects of works development to protection against frosts

**Bychkov A.A.<sup>1</sup>, Korneev V.P.<sup>1</sup>, Chastukhin A.V.<sup>1</sup>, Platonov N.A.<sup>1</sup>, Doronin A.P.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> - ANO «Agency of atmospheric technologies», Moscow, Russia, [attech@mail.ru](mailto:attech@mail.ru)

<sup>2</sup> - *Mozhaisky military space academy, Saint Petersburg, Russia*

Abstract. This work is devoted to the problem of combating a dangerous phenomenon for agriculture, such as frost. The paper analyzes methods and technical means, using the developed mathematical model, performs numerical experiments, develops an information-measuring system for controlling frost control, the elements of which were field tested in the Republic of Crimea

Key words: frost, agriculture, forecast, exposure methods, smoke generator.

## Об угрозах применения беспилотных летательных аппаратов

Веревкин С.А.<sup>1</sup>, Краева Е.В.<sup>1</sup>, Татарникова Т.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, vrjovkin@rambler.ru  
kate.smitt.by@mail.ru  
tm-tatarn@yandex.ru*

С каждым годом возможности квадрокоптеров увеличиваются, тем самым повышая их существенные характеристики: скорость и дальность полета, грузоподъемность, способы управления и т.д. Их применение нашло отражение в таких сферах деятельности как армия, картография, журналистики, охрана правопорядка и др.

В России квадрокоптер определяется как беспилотное воздушное судно с четырьмя несущими винтами, вращающимися попарно в противоположных друг другу направлениях. В соответствии с ГОСТ Р 57258-2016 [1] беспилотное воздушное судно это воздушное судно, управляемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого ВС, или выполняющее автономный полет по заданному предварительно маршруту. Наряду с данным термином также используется термин «беспилотный летательный аппарат».

В настоящий момент использование квадрокоптеров на территории России регламентируется Воздушным кодексом Российской Федерации [2], правилами использования воздушного пространства Российской Федерации [3], а также правилами учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов [4].

Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации (далее – Правила) устанавливают, что полеты беспилотных воздушных судов (за исключением полетов беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой менее 0,25 кг) над населенными пунктами, сведения о которых не опубликованы в документах аэронавигационной информации, выполняются при наличии соответствующего разрешения органа местного самоуправления, а в иных случаях – разрешения соответствующих органов исполнительной власти.

Использование воздушного пространства вне зависимости от их классификации (классов) осуществляется в соответствии с планом полета воздушного судна при наличии разрешения на использование воздушного пространства. На время использования воздушного пространства устанавливаются соответствующие временные и местные режимы, а также ограничения в интересах пользователей воздушного пространства, организующих полеты беспилотных воздушных судов.

Однако, в случае эксплуатации (визуального полета) беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой до 30 кг, осуществляемых в пределах прямой видимости в светлое время суток на высотах менее 150 метров от земной или водной поверхности не требуется план воздушного полета, если полет осуществляется при следующих условиях:

- вне диспетчерских зон аэродромов гражданской авиации, районов аэродромов (вертодромов) государственной и экспериментальной авиации, запретных зон, зон ограничения полетов, специальных зон, воздушного пространства над местами проведения публичных мероприятий, официальных спортивных соревнований, а также охранных мероприятий;
- на удалении не менее 5 км от контрольных точек неконтролируемых аэродромов и посадочных площадок.

Воздушный кодекс устанавливает, что беспилотные гражданские воздушные судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее для выполнения полетов государственной регистрации не подлежат, однако они подлежат учету в соответствии с установленным порядком.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.05.2019 № 658 утверждены Правила учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от

0,25 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации.

Данное постановление предписывает владельца беспилотного воздушного судна поставить данное средство на учет в Федеральное агентство воздушного транспорта в следующие сроки:

- в течение 10 рабочих дней со дня его приобретения на территории РФ;
- в течение 10 рабочих дней со дня его ввоза на территории РФ;
- до начала его использования для выполнения полетов в воздушном пространстве над территорией Российской Федерации в случае самостоятельного изготовления.

По результатам рассмотрения заявления принимается решение о постановке беспилотного воздушного судна на учет и внесение соответствующей информации в базу данных с формированием учетной записи и учетного номера беспилотного воздушного судна или отказ в постановке беспилотного воздушного судна на учет.

Вышеперечисленные требования, предъявляемые к беспилотным воздушным судам, свидетельствуют о пробеле в законодательстве в области регулирования данных средств. Нынешний механизм регулирования позволяет избежать идентификации лиц, приобретших или изготовивших беспилотные воздушные суда с последующей их модернизации для проведения диверсионных актов на территории Российской Федерации.

#### **Литература**

1. ГОСТ Р 57258-2016 «Системы беспилотные авиационные. Термины и определения».
2. «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997 № 60-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9040995/> – (дата обращения: 03.04.2020).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902207152> – (дата обращения: 03.04.2020).
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.05.2019 № 658 «Об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/554707106/> – (дата обращения: 03.04.2020).

## Структура ГИС «Карст Южного Урала и Предуралья»

**Дурнаева В.Н.**

*Институт геологии - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, Россия, e-mail: vera.durnaeva@yandex.ru*

Аннотация. В процессе работы над ГИС-проектом «Карст Южного Урала и Предуралья» разработан классификатор «Карст». Он определяет структуру ГИС-проекта, позволяет создавать и редактировать карту карста, описывает иерархию объектов карты.

Ключевые слова: геоинформационные системы, опасные геологические процессы, карст, карстопасность

Территория Южного Урала и Предуралья регион активного развития сульфатного и карбонатного карста. Для данной территории актуальной является задача оценки и прогнозирования развития карста, оценки рисков и предупреждение воздействия карстопоявлений на инженерные сооружения и социально-экономические объекты. Геоинформационные системы (ГИС) объединяют операции характерные для работы с базами данных (запросы, статистический анализ), а также позволяют оперировать пространственными объектами с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет традиционная географическая карта [Смирнов, Дурнаева, Абдрахманов, 2017].

Для решения этих задач в Институте геологии УФИЦ РАН разработан классификатор «Карст». На разработанный классификатор получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019665275 (21 ноября 2019 г.). Классификатор предназначен для работы с программным продуктом ГИС «Карта 2011», определяет структуру ГИС-проекта, позволяет создавать и редактировать Карту карста, описывает иерархию объектов карты, перечисляет семантики и отношение семантик к объектам карты, настраивает отображение объектов на карте.

Классификатор «Карст» состоит из тематических слоев («Типы карста», «Проявления карста» «Зонирование и др.). Исследуемая территория относится к разным категориям карстопасности. На рисунке 1 приводится окно разработанного классификатора, в котором открыто дерево иерархии, развернута ветка слоя «Зонирование». Она состоит из следующих объектов:

- Особо опасная зона;
- Опасная зона;
- Условно безопасная зона;
- Безопасная зона.

Для каждого объекта определен перечень семантической информации, которую можно внести в ГИС-проект, настраивается вид объекта, масштаб отображения объектов и т.п.

Разработанный классификатор лежит в основе ГИС-проекта «Карст Южного Урала и Предуралья» (масштаб 1:500 000), является универсальным для разработки ГИС-проектов на территориях, подверженных карстовому процессу. Данная ГИС позволяет оценивать интенсивность распространения и активность развития карста, оперативно пополнять созданные базы данных по карстопоявлениям. Для работы системы необходимо полноценное внедрение сети карстомониторинга исследуемой территории и своевременное внесение данных о зафиксированных проявлениях. Организацию и ведение карстомониторинга регионального уровня наиболее рационально производить на репрезентативных участках с различными типами карста, результаты наблюдения на таких участках распространяются на площади со сходными факторами развития. В связи с этим, основной задачей организации карстомониторинга является организация научно обоснованной наблюдательной сети регионального уровня [Смирнов, 2019].

Работа выполнена по теме № 0246-2019-0086.

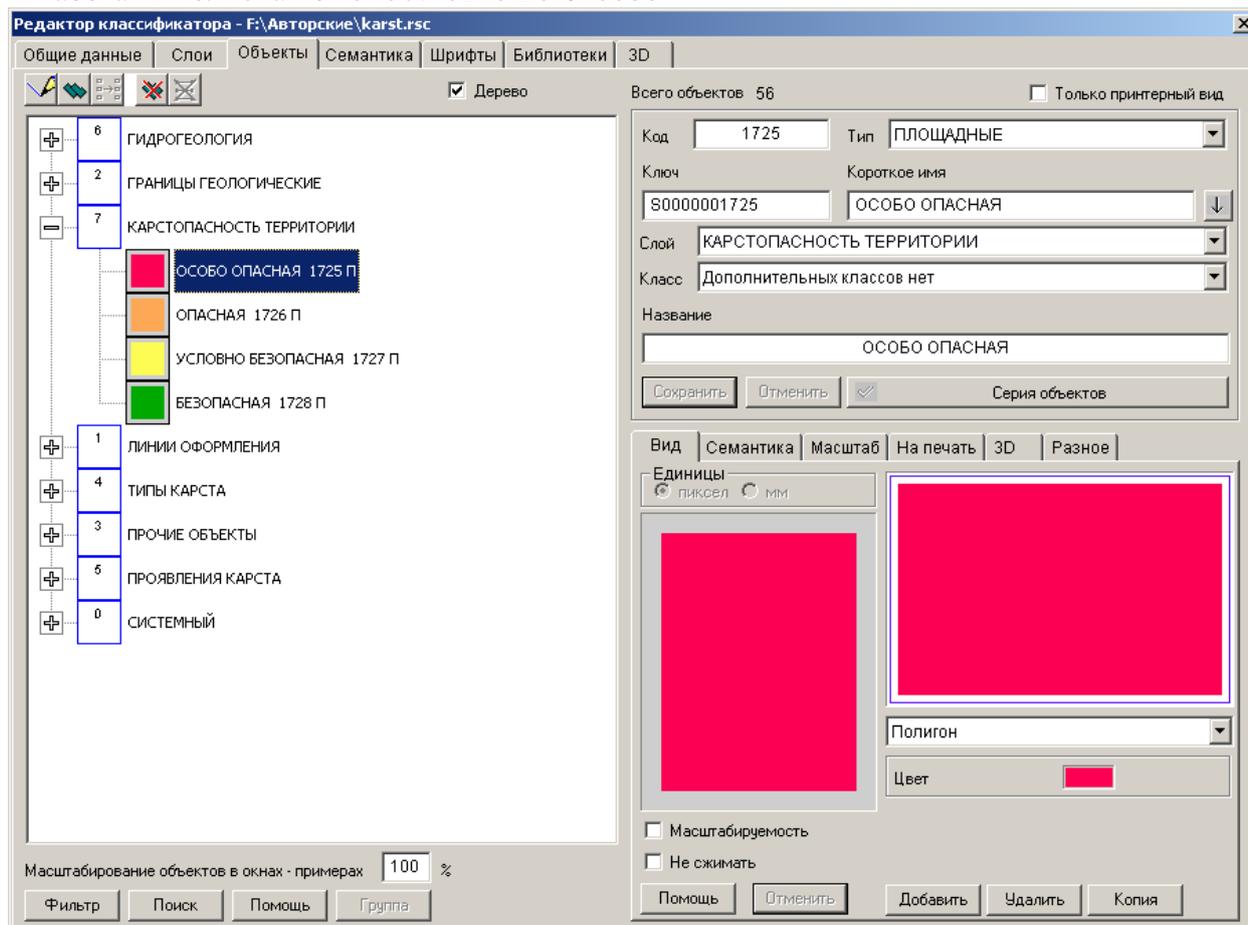


Рисунок 1 – Окно классификатора «Карст». Слой «Зонирование»

### Литература

1. Смирнов А.И., Дурнаева В.Н., Абдрахманов Р.Ф., Полева А.О. ГИС-технологии в изучении опасных геологических процессов. // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академия наук Республики Башкортостан. 2017. № 24. С. 70-76
2. Смирнов А.И. Мониторинг карстового процесса Южного Урала и Предуралья (современное состояние, принципы организации и методы ведения) // Инженерная геология. 2019. Т. XIV № 3. С. 58-67.

### Structure of GIS “Karst of the Southern Urals and CIS-Urals”

**Durnaeva V**

*Institute of Geology - Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia, e-mail: vera.durnaeva@yandex.ru*

Abstract. In the process of working on the GIS project "Karst of the Southern Urals and CIS-Urals", the classifier "Karst" was developed. It defines the structure of a GIS project, allows you to create and edit a map of karst, and describes the hierarchy of map objects.

Key words: geographic information systems, geohazards, karst, karst hazard.

### Проблема аналитического определения фоновой засветки.

Дьяченко Н. В.<sup>1</sup>, Потапова И. А.<sup>1</sup>, Скобликова А. Л.<sup>1</sup>, Яковлева Т. Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург,  
 Россия, NAT230209@yandex.ru, potapovaira@yandex.ru, yakovtat@yandex.ru

Аннотация. Лидарное зондирование даёт возможность детального исследования прозрачности атмосферы, однако, в настоящий момент, существует проблема воздействия фоновой засветки на точность определения прозрачности слабо замутненной атмосферы. Если не учитывать данную техническую особенность, то она может привести к существенным ошибкам при определении прозрачности атмосферы. В работе рассматривается анализ и решение данной проблемы.

Ключевые слова: фоновая засветка, слабо замутненная атмосфера, коэффициент ослабления.

В работе анализировался массив данных полученных LIDAR'ом во время эксперимента в Нью-Джерси. На рис. 1, в качестве примера, представлен типовой сигнал из данного массива. Он представляет зависимость мощности эхосигнала от расстояния [1], [2].

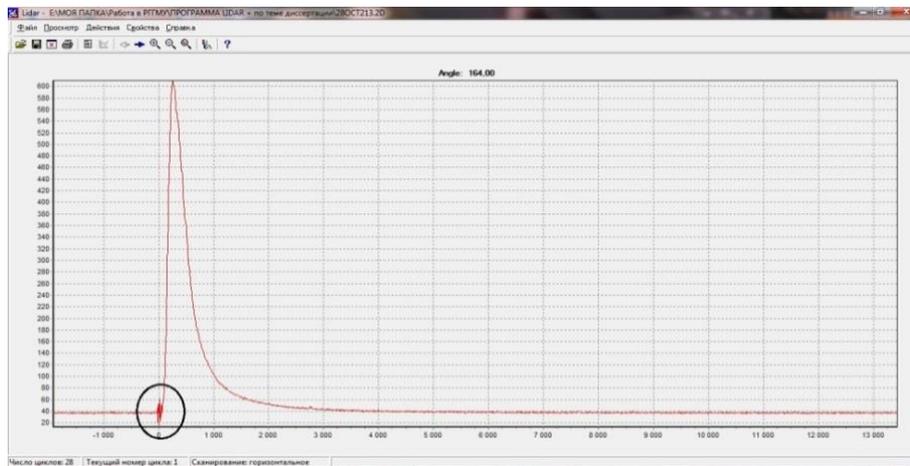


Рисунок 1 – Зависимость мощности эхосигнала от расстояния

В начале, до испускания сигнала, регистрируется фоновая засветка, которая должна быть равна значению мощности, принимаемой в конце прохождения сигнала с высокой точностью. Однако из-за «шума», создаваемого прибором в момент испускания сигнала, рис. 1, происходит нарушение настроек аппаратуры, а это приводит к достаточно большой приборной погрешности, которую необходимо оценить, чтобы с помощью таких приборов можно было определять загрязнение слабо замутненной атмосферы.

Задача дополнительно усложняется при необходимости определить фоновую засветку для единичного сигнала. Для такого случая используют метод наименьших квадратов. При применении этого метода необходимо проанализировать квадрат разности левой и правой части лидарного уравнения[3], записанного для каждой характерной точки сигнала[4],

$$P_i - P_* - \frac{B}{R_i^2} \exp(-2\sigma R_i) = 0, \quad (1)$$

$$\delta^2 = \sum_1^n \left( P_i - P_* - \frac{B}{R_i^2} \exp(-2\sigma R_i) \right)^2. \quad (2)$$

Результаты определения коэффициента ослабления по формуле (2) при посылке одного импульса представлен на рис.2.

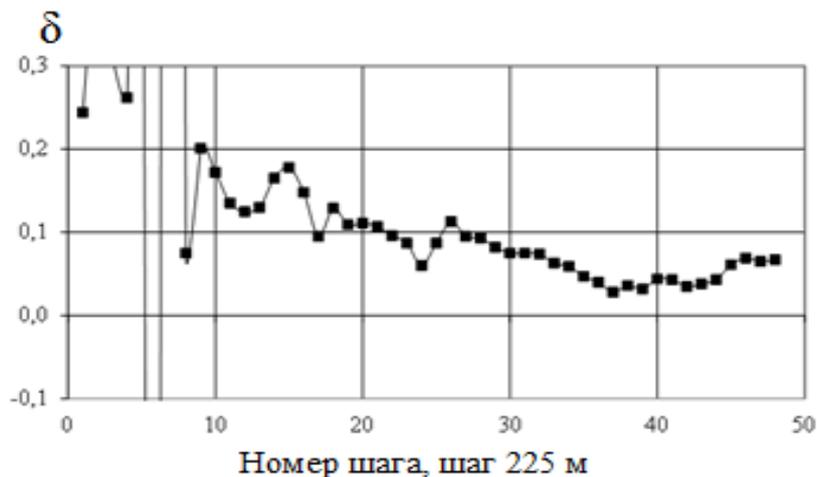


Рисунок 2 – Погрешность определения коэффициента ослабления по формуле (2) при посылке одного импульса,  $R(i=1) = 2500$  м

Анализ погрешности определения коэффициента ослабления, полученный при использовании уравнения (2) для одиночного импульса показывает, что точность определения коэффициента ослабления рассматриваемым методом получается достаточно высокой для рассматриваемого случая.

Таким образом, проанализирован метод интерпретации аэрозольной информации, основанный на решении лидарного уравнения, содержащего фоновую засветку. Выполненные исследования позволили установить высокую эффективность метода решения линеаризованной обратной задачи лидарного зондирования слабо замутненной атмосферы, осуществленного для одиночного импульса, а так же показали необходимость определения фоновой засветки с высокой точностью.

### Литература

1. Потапова И.А., Егоров А.Д., Дьяченко Н.В., Саноцкая Н.А., Скобликова А.Л., Яковлева Т.Ю. Интерпретация слабого радиационного излучения при лидарном зондировании атмосферы/ Сборник тезисов международного симпозиума «АТМОСФЕРНАЯ РАДИАЦИЯ и ДИНАМИКА» (МСАРД-2019) СПб 2019. С. 189-190.
2. Yegorov A.D., Potapova I.A., Rzhonsnitskaya Yu.B., Sanotskaya N.A., Shchadin A.V. Atmospheric aerosol measurements and reliability problem: new results/ International Journal of Remote Sensing, 2014, 35, 5750-5765.
3. Egorov A.D., Potapova I.A., Shchukin G.G. Lidar methods for probing an atmospheric aerosol/ Journal of Optical Technology. 2001. Т. 68. № 11. С. 801-804.
4. Егоров А.Д., Потапова И.А., Ржонсницкая Ю.Б. Обращение лидарных сигналов малой мощности/ Оптический журнал. 2007. Т. 74. № 10. С. 25-28.

### **Problem of analytical determination of background illumination.**

**Dyachenko N.V.<sup>1</sup>, Potapova I.A.<sup>1</sup>, Skoblikova A.L.<sup>1</sup>, Yakovleva T.Y.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>– Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, NAT230209@yandex.ru,  
potapovaira@yandex.ru, yakovtat@yandex.ru

Abstract. Lidar sensing makes it possible to study the transparency of the atmosphere in detail, however, at the moment, there is a problem of the impact of background illumination on the accuracy of determining the transparency of a weakly turbid atmosphere. If this technical feature is not taken into account, it can lead to significant errors in determining the transparency of the atmosphere. The paper deals with the analysis and solution of this problem.

Key words: background light, slightly turbid atmosphere, attenuation coefficient.

## **Прогнозирование экологических рисков при разработке арктических месторождений на основе решения задач микросейсмологии**

**Дьяченко Н.В.<sup>1</sup>, Яковлева Т.Ю.<sup>1</sup>, Михтеева Е.Ю.<sup>1</sup>, Потапова И.А.<sup>1</sup>, Дьячук Э.И.<sup>1</sup>, Тиханов А.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, nat230209@yandex.ru

**Аннотация:** В работе обсуждается возможность моделирования прохождения сейсмической волны от контролируемого источника до предполагаемых мест разработки арктических месторождений с целью контроля сейсмической обстановки.

**Ключевые слова:** сейсмические волны, моделирование, прямая задача сейсморазведки.

Решение проблемы обеспечения сейсмической безопасности в Арктике является одной из приоритетных задач при ее освоении, важность этой задачи отражена в программном документе «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года», подписанном президентом России в феврале 2013 года. Вместе с тем по существовавшим до недавнего времени представлениям, арктический регион является «асейсмичной» зоной, так за период инструментальных наблюдений с 1977 по 2011 г.г. землетрясений магнитудой более 4,5 в Арктике зафиксировано не было [1]. Эти возмущения не представляют опасности, пока не начато строительство сложных сооружений нефтегазодобывающих комплексов. Даже слабые подземные толчки, происходящие непосредственно в зоне размещения нефтяной платформы, могут спровоцировать катастрофу.

В настоящее время, по мнению российских ученых, сейсмическая изученность арктического шельфа остается слабой, имеет много «белых пятен», что связано с объективными трудностями, переживаемыми Россией в целом и российской наукой, в частности.

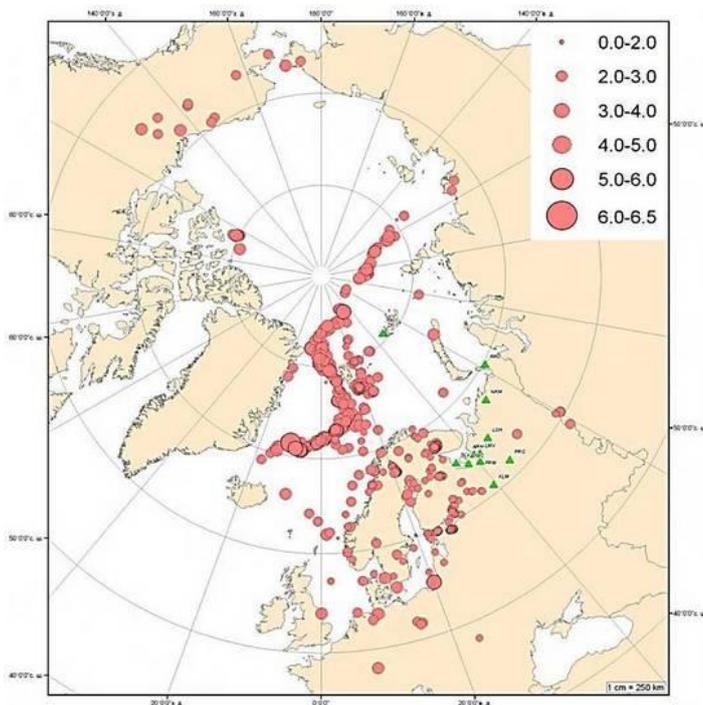
По современным представлениям в Арктической зоне сейсмическую опасность представляют природные и техногенные землетрясения, дегазация дна, связанная с выбросом метана из районов вечной мерзлоты в условиях потепления климата, а также захоронения твердых радиоактивных отходов, проявляющих сейсмическую активность. Конечно, оптимальным решением была бы установка сейсмодатчиков в плотной сети точек с разведанными месторождениями, но пока это не представляется возможным. В связи с этим моделирование распространения волн дает возможность прогнозирования сейсмической обстановки в районах масштабных разработок шельфовых месторождений.

Для решения этой задачи можно привлечь модели и методики, применяемые в сейсморазведке [2]. Расчет времен прихода ( $t$ ) и амплитуд ( $A$ ) для той или иной волны для известного сейсмогеологического разреза, то есть когда известны мощности, глубины залегания, размеры тех или иных геологических объектов (чаще слоев) и скорости распространения упругих волн, а также место и форма источника, является прямой задачей сейсморазведки.

В настоящее время известно местоположение разведанных «спящих» сейсмических источников, проводится непрерывный мониторинг их сейсмической активности благодаря организации Архангельской сейсмической сети (АСС), созданной на базе Института экологических проблем Севера Уральского отделения РАН (ИЭПС УР РАН). На рисунке представлена карта эпицентров землетрясений Евразийского суббассейна и прилегающих акваторий за 2004–2012 гг. по данным Архангельской сети. Характеристики этих эпицентров могут служить начальными условиями при моделировании распространения возмущений в районы добычи полезных ископаемых.

Строгое решение прямых динамических задач сейсмологии неоднородных сред производится путем решения волнового уравнения вида:

$$\frac{1}{V^2} \cdot \frac{\partial A}{\partial t} = \frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2}$$



где  $V$  - скорость продольной или поперечной волны ( $V_p$  или  $V_s$ ),  $A(t,x,y,z)$ - амплитуда или иное возмущение сигнала, распространяющееся в среде на разных временах  $t$  после его возбуждения.

Решение этого уравнения с использованием граничных условий очень сложно и его удается выполнить лишь для простых моделей сред. Особую трудность представляет учет анизотропии пород на пути волны, интерпретация полученных данных (отделение шумов от сигнала, выделение многократных отражений и проч.) Обычно определяют время прихода той или иной волны (прямой, отраженной, преломленной и др.) для известной модели, зная лишь положение источника и момент возбуждения упругой волны.

В результате решения прямой задачи будет получено уравнения годографа, или аналитического выражения для  $t(x)$  с дальнейшим построением годографа - графика зависимости времени прихода той или иной волны ( $t$ ) от расстояния от пункта возбуждения (землетрясения) до пункта приема( $x$ ) (места разработки).

### Литература

1.Рогожин Е.А., Антоновская Г.Н., Капустян Н.К. Современное состояние и перспективы развития системы сейсмического мониторинга Арктики.// Вопросы инженерной сейсмологии. 2015. Т.42, №1,с.58-69.

2.Яковлева Т.Ю., Горячев Н.О., Бобровский А.П., Дьяченко Н.В., Косцов В.В., Михтеева Е.Ю., Потапова И.А., Скобликова А.Л., Хлябич П.П. Решение обратной кинематической задачи микросейсмике в системе MATHCAD для трансверсально-изотропной среды. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2019. №4 (36). С. 28-34.

## Forecasting environmental risks in the development of Arctic deposits based on solving microseismic problems

Dyachenko N. V<sup>1</sup>, Yakovleva T. Yu<sup>1</sup>, Mikhteeva E. Yu<sup>1</sup>, Potapova I.A.<sup>1</sup>, Dyachuk E. I<sup>1</sup>, Tikhanov A.V<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> – RSHU, Saint Petersburg, Russia, nat230209@yandex.ru

Abstract. The paper discusses the possibility of modeling the passage of a seismic wave from a controlled source to the proposed sites of development of Arctic deposits in order to control the seismic situation.

Key words: seismic waves, modeling, direct problem of seismic exploration.

## Картирование зон береговой эрозии реки Вуоксы и перспективы мониторинга изменения берегов с применением ГИС технологий

Иванова Т.А.<sup>1</sup>, Кустикова М.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, [ivanova.baltic@gmail.com](mailto:ivanova.baltic@gmail.com)

<sup>2</sup> – Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Проведены обследование берегов 50 км реки Вуоксы в районе Светогорской ГЭС и Лесогорской ГЭС и картирование участков береговой эрозии. Рассмотрены актуальность и перспективы мониторинга изменения берегов с применением ГИС технологий.

Ключевые слова: ГИС, береговая эрозия, река Вуокса, влияние гидроэлектростанций.

Река Вуокса – самая крупная река Карельского перешейка, общей протяженностью 156 км (из них по России-143 км), вытекает из оз. Сайма на финской стороне, и впадает в Ладожское озеро на российской территории. Перепад высот от истока до устья Вуоксы составляет 72 метра. На реке сооружены четыре ГЭС, две из которых расположены в России – Светогорская ГЭС и Лесогорская ГЭС. Сооружение плотин оказало существенное влияние на водообмен, а также на биологическое разнообразие в реке и прибрежных районах. Совместная Российско-Финляндская комиссия по использованию пограничных вод [3] несколько раз поднимала вопрос о начале изучения влияния гидротехнических сооружений и регулирования стока воды на биоту реки Вуоксы. Невско-Ладожское бассейновое водное управление проводит мониторинг береговой эрозии, отчеты по оценке состояния дна, берегов и водоохраных зон реки Вуоксы публикуются в ежегодных сборниках Состояния окружающей среды в Ленинградской области Комитетом по природным ресурсам Ленинградской области [4]. В сборнике 2018 г. отмечаются эрозионные процессы и смещение коренного берега в контрольных точках в ходе обследований 2015, 2017 и 2018 гг. Существуют Правила регулирования оз. Сайма и р. Вуокса, которые закреплены в Межправительственном соглашении от 26 октября 1989 года, включающие правила попусков воды из оз. Сайма для поддержания нормального уровня воды в оз. Сайма и расхода воды в р. Вуоксе [2]. Тем не менее, наблюдаются резкие перепады среднесуточного уровня воды, которые могут вызывать ускоренное разрушение берегов и негативное влияние на рыбные ресурсы и жизнедеятельность местных жителей. Разрушение берегов также вызывает засорение реки древесной растительностью, нанесение вреда причалам и другим гидротехническим сооружениями. Осушение берегов во время спада уровня воды вызывает осушение нерестилищ разных видов рыб и мест произрастания прибрежно-водной растительности.

В августе 2020 г. были проведены натурные наблюдения для картирования и фотосъемки участков берегов реки Вуоксы с осыпями и обвалами. Наблюдения были проведены на участке реки от Светогорской ГЭС до о. Извилистый. Общая длина пройденного на лодке маршрута вдоль берега реки Вуоксы составила около 50 км. Отмечено 30 участков береговой эрозии общей протяженностью около 6 км. Длина участков варьировала от 5 до 600 м. Основная концентрация зон с обвалами и осыпями берега находится на участке между Светогорской ГЭС и Лесогорской ГЭС. Это объясняется морфологией русла реки и наличием гидроэлектростанций, которые создают во время попусков сильный перепад уровня воды в реке в течение суток. По сообщениям местных жителей, падение уровня воды за несколько часов может достигать 3 м. Также наблюдалось большое количество деревьев, упавших в этом году в реку в местах обвалов, о чём свидетельствовали еще зеленые листья на них.

Перед полевым выездом были проанализированы спутниковые снимки со спутника Sentinel-2 для дальнейшей верификации эрозионных береговых зон. Только крупные обнажения берега были отражены на снимках, и позже подтверждены в ходе натурных наблюдений. На основе полученных данных создан линейный векторный слой участков разрушения берегов реки Вуоксы с атрибутивными данными по степени деградации и привязкой фотоснимков отдельных участков. Слой может быть использован для формирования базы пространственных данных, составления

карты районирования береговой линии реки Вуоксы, дальнейшего мониторинга и отслеживания закономерностей эрозионных процессов. Работы являются актуальными также в связи с необходимостью анализа влияния потенциальных климатических изменений на русловые процессы и с разработкой берегозащитных мероприятий. Являются перспективными последующие исследования с использованием БПЛА и данных дистанционного зондирования Земли для наблюдения за изменениями берегов и представления данных в картографическом виде [1]. В первую очередь необходимо оценить степень влияния на эрозию берегов суточного регулирования попусков воды на всём каскаде Вуоксинских ГЭС и рассмотрение вопроса на международном уровне.

### Литература

1. А. Е. Косолапов, Г. И. Скрипка, Л. А. Беспалова, О. В. Ивлиева, А. А. Филатов Исследование морфологических и морфометрических особенностей берегов Цимлянского водохранилища с использованием беспилотных летательных аппаратов и ГИС-технологий [Электрон. ресурс] // Аридные экосистемы. 2018. №3 (76). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-morfologicheskikh-i-morfometrisheskih-osobennostey-beregov-tsimlyanskogo-vodohranilisha-s-ispolzovaniem-bespilotnyh> (дата обращения: 22.09.2020).
2. Соглашение между Правительством СССР и Правительством Финляндской Республики относительно правил регулирования озера Сайма и реки Вуокса от 26 октября 1989 г. [Электрон. ресурс] URL: [http://rajavesistokomissio.fi/materiaali/saimaa\\_ja\\_vuoksi.pdf](http://rajavesistokomissio.fi/materiaali/saimaa_ja_vuoksi.pdf) (дата обращения: 22.09.2020).
3. Соглашение между Союзом Советских Социалистических Республик и Финляндской Республикой о пограничных водных системах было подписано (1964 г.). [Электрон. ресурс] URL: <http://rajavesistokomissio.fi/materiaali/finljandija.pdf> (дата обращения: 22.09.2020).
4. Состояние окружающей среды в Ленинградской области – СПб., 2019. – С. 169-170. [Электрон. ресурс] URL: [https://nature.lenobl.ru/media/uploads/userfiles/2019/10/14/Сборник\\_27.09.2019.pdf](https://nature.lenobl.ru/media/uploads/userfiles/2019/10/14/Сборник_27.09.2019.pdf) (дата обращения: 22.09.2020).

### Mapping of riverbank erosion areas on the river Vuoksi and prospects of monitoring of shoreline changes using GIS technologies

Ivanova T.A.<sup>1</sup>, Kustikova M.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – ITMO University, St. Petersburg, Russian Federation, [ivanova.baltic@gmail.com](mailto:ivanova.baltic@gmail.com)

<sup>2</sup> – ITMO University, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. Areas of riverbanks erosion were studied and mapped along 50 km of the river Vuoksi close to Svetogorsk and Lesogorsk HPP. The relevance and prospects of monitoring of shoreline changes using GIS technologies are considered.

Key words: GIS, riverbank erosion, the river Vuoksi, hydropeaking, hydropower plant impact.

## Результаты мониторинга микроземлетрясений в районе нефтегазовых структур в акватории Северного Каспия

Ковачев С.А.<sup>1</sup>, Крылов А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской Академии наук, Москва, Россия, kovachev@ocean.ru*

Аннотация. В 2003 г. Институтом океанологии РАН был выполнен сейсмологический мониторинг в акватории Северного Каспия с использованием донных сейсмографов. Ранее Северный Каспий считался асейсмичным районом. В результате мониторинга были обнаружены очаги микроземлетрясений с магнитудами 2-3. Эти данные необходимо учитывать при оценке сейсмической опасности при проектировании и строительстве нефтегазовых платформ в акватории.

Ключевые слова: донные сейсмографы; микроземлетрясения; нефтегазовые структуры; Северный Каспий.

Для оценки сейсмической опасности при строительстве и эксплуатации морских нефтегазодобывающих сооружений Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН в 2003 г. проводил сейсмологический мониторинг с помощью донных сейсмографов в акватории Северного Каспия. Мониторинг выполнялся в районе нефтегазовых структур на лицензионном участке ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть». Использовались донные сейсмографы, описание которых приводится в работе [1]. Методика установки донных станций приводится в работе [3]. Было выполнено 3 расстановки по 8 донных станций в 24 точках лицензионного участка (рис. 1), общая продолжительность наблюдений составила 3 месяца.

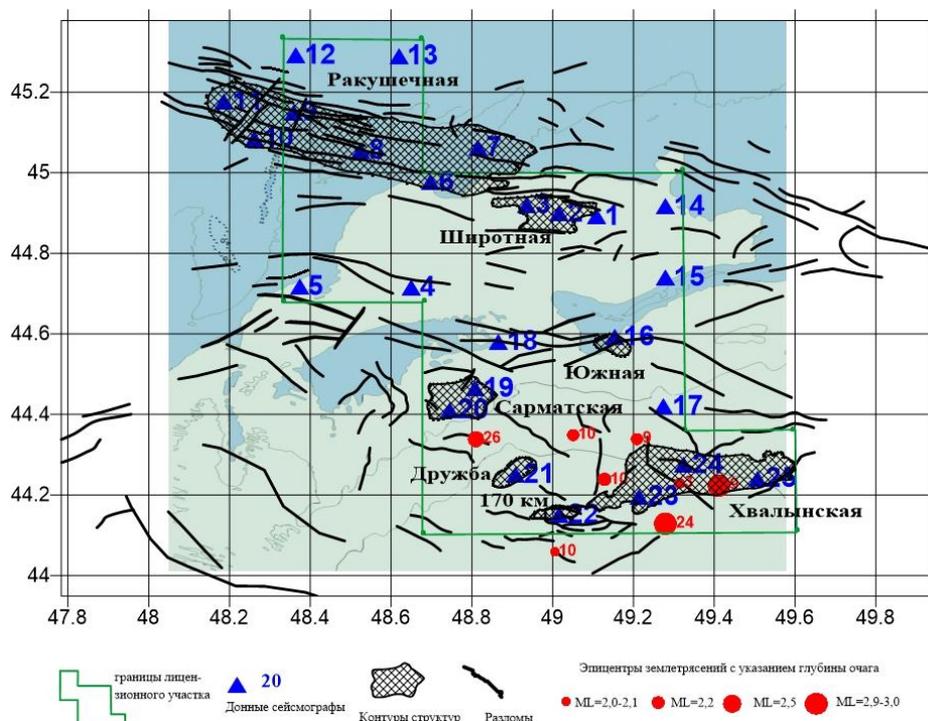


Рисунок 1 – Разломы, нарушающие кровлю триаса-юры, и эпицентры микроземлетрясений, обнаруженные в пределах лицензионного участка, с указанием магнитуду и глубины очага в км

Ранее в акватории Северного Каспия землетрясения не известны, хотя здесь находится потенциально сейсмогенная структура – кряж Карпинского.

Донные сейсмологические наблюдения позволяют обнаруживать ранее неизвестные особенности сейсмичности и тектоники в исследуемой акватории, которые существенным образом влияют на оценку сейсмической опасности, в частности, для морских нефтегазовых сооружений [2-8].

Донными сейсмографами были зарегистрированы многочисленные землетрясения, которые идентифицировались, как удаленные (транзитные). Это подтверждала форма записи и другие характеристики этих сигналов. Более тщательный анализ ряда сигналов от землетрясений, записанных приборами на юге лицензионного участка, заставил 8 из них идентифицировать как местные землетрясения с эпицентрами в пределах исследуемой акватории.

Хотя форма этих сигналов была похожа на форму записи транзитных землетрясений, другие параметры указывали на признаки, характерные для местных землетрясений. Это, прежде всего затухание амплитуды сигнала от станции к станции. Для удаленных землетрясений оно мало заметно, т.к. дистанция между приборами существенно меньшая, чем эпицентральное расстояние от наблюдательного полигона до очага землетрясения. Эпицентральные расстояния, характерные для местных землетрясений, сопоставимы с расстояниями между точками регистрации, что делает более заметным затухание амплитуды сейсмических волн на записях приборов.

Выполненные исследования показали, что акватория Северного Каспия сейсмически активна, ее активность проявляется на уровне микроземлетрясений с магнитудами  $M_L=2-3$ . Поэтому наличие микросейсмичности необходимо учитывать при выполнении работ по оценке сейсмической опасности при проектировании и строительстве морских нефтегазовых сооружений.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Грант № 18-05-01018) и по Государственному заданию № 0149-2019-0005.

#### Литература

1. Гринько Б.Н., Ковачев С.А., Хортов А.В. Строеие вала Шатского (Черное море) по результатам региональных сейсмических исследований // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 2004. Т. 79, № 3. С. 3-7.
2. Ковачев С.А. Результаты сейсмологических наблюдений на западе Калининградской области и на акватории Балтийского моря // Физика Земли. 2008. № 9. С. 20-31.
3. Ковачев С.А., Кузин И.П., Соловьев С.Л. Кратковременное изучение микросейсмичности губы Буор-Хая, море Лаптевых, с помощью донных сейсмографов // Физика Земли. 1994. № 7-8. С. 65-76.
4. Лобковский Л.И., Ковачев С.А. Система геодинамического мониторинга нефтегазодобычи на шельфе на примере морского нефтегазового месторождения имени Ю. Корчагина // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010. № 11. С. 11-14.
5. Лобковский Л.И., Мерклин Л.Р., Ковачев С.А., Амбросимов А.К., Вержбицкий В.Е., Поляков А.С., Росляков А.Г., Левченко О.В., Мутовкин А.Д., Зверев А.С., Мелузов А.А., Гринько Б.Н., Либина Н.В., Путанс В.А., Слободян В.Ю. Основные направления и предварительные результаты исследований на научно-исследовательском судне "Рифт" в Каспийском море (апрель-май 2006 г.) // Океанология. 2007. Т. 47, № 5. С. 795-800.
6. Соловьев С.Л., Ковачев С.А., Мишарина Л.А., Уфимцев Г.Ф. Сейсмоактивность поперечных нарушений в Ольхоно-Святоносской зоне озера Байкал // Доклады Академии наук СССР. 1989. Т. 309, № 1. С. 61-64.
7. Kovachev S.A., Kuzin I.P., Soloviev S.L. Microseismicity of the frontal Hellenic arc according to OBS observations // Tectonophysics. 1992. Т. 201, № 3-4. С. 317-327.
8. Solov'ev S.L., Kovachev S.A., Kuzin I.P., Tassos S. Seismicity of the crust of the Aegean Sea from sea bottom seismological observations // Доклады Академии наук СССР. 1989. Т. 305, № 5. С. 1085-1089.

## **Geodynamic monitoring system for the oil and gas field Yu.Korchagin (Northern Caspian)**

**Kovachev S.A.<sup>1</sup>, Krylov A.A.<sup>1</sup>, Ivanov V.N.<sup>1</sup>, Timashkevich G.K.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, kovachev@ocean.ru*

Abstract. In 2003, the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences carried out seismological monitoring in the water area of the North Caspian using bottom seismographs. Previously, the North Caspian was considered an aseismic area. As a result of monitoring, foci of microearthquakes with magnitudes 2-3 were discovered. These data must be taken into account when assessing seismic hazard in the design and construction of oil and gas platforms in the water area.

Key words: bottom seismographs; microearthquakes; oil and gas structures; Northern Caspian.

## **Система геодинамического мониторинга морского нефтегазового месторождения им. Ю. Корчагина (Северный Каспий)**

**Ковачев С.А.<sup>1</sup>, Крылов А.А.<sup>1</sup>, Иванов В.Н.<sup>1</sup>, Тимашкевич Г.К.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской Академии наук, Москва, Россия,  
kovachev@ocean.ru*

Аннотация. В 2010 г. Институтом океанологии РАН была разработана и введена в эксплуатацию система геодинамического мониторинга на морском нефтегазовом месторождении им. Ю. Корчагина (Северный Каспий). Система позволяет обнаруживать сейсмические события тектонической и техногенной природы в широком диапазоне энергий (магнитуд) и на значительных эпицентральных расстояниях.

Ключевые слова: геодинамический мониторинг; морские нефтегазодобывающие платформы; сейсмичность; Северный Каспий.

Сейсмические катастрофы, связанные с морской нефтедобычей, с большой вероятностью могут вызвать необратимые экологические последствия. Особенно это касается разработки морских нефтегазовых месторождений на шельфе северных морей России, где, в частности, в море Лаптевых, наблюдается высокая природная сейсмическая активность [1]. В Балтийском море на Кравцовском нефтегазовом месторождении обнаружена техногенная сейсмичность [2].

Система геодинамического мониторинга (СГДМ) для морских нефтегазовых сооружений была разработана в Институте океанологии РАН и смонтирована на морской нефтедобывающей платформе на нефтегазовом месторождении им. Ю. Корчагина (ООО «ЛУКОЙЛ-Нижевожскнефть») в акватории Северного Каспия в 2010 г. [3].

СГДМ предназначена для обнаружения землетрясений в широком диапазоне энергий (магнитуд) в районах добычи углеводородного сырья на шельфах морей и океанов. Кроме того системой регистрируются наклоны и виброускорения главной палубы платформы, которые так же могут возникать в процессе разработки месторождения.

Система конструктивно состоит из донной части, куда входят 3 блока донных сейсмографов, 3 кабельные линии длиной от 1000 до 2000 м, усилители-ретрансляторы, и судовой части, куда входят: блок сбора и обработки данных, усилители-ретрансляторы, блок наклономеров и акселерометров и соединительные кабельные линии. Кабельные линии соединяют донные сейсмографы с платформой, которые расположены в виде треугольника на расстояниях 1000, 1500 и 2000 м от платформы.

Система геодинамического мониторинга работает следующим образом. Сигналы, поступающие с 3-х компонентных сейсмоприемников и гидрофона, установленных в 3-х блоках донных сейсмографов, после усиления оцифровываются с помощью аналого-цифровых преобразователей. Микропроцессоры из полученных цифровых отсчетов формируют пакеты данных, которые через цифровые подводные кабельные каналы связи поступают на блок мультиплексирования и синхронизации данных. Аналогичные пакеты цифровых данных формируются блоком наклономеров и акселерометров, установленном на главной палубе платформы.

Трехкомпонентный акселерометр преобразует три компоненты колебательного ускорения главной палубы в электрический сигнал. Наклономер преобразовывает две компоненты наклона главной палубы вокруг двух горизонтальных взаимно перпендикулярных осей в электрический сигнал. Из-за значительной протяженности донной кабельной сети для обеспечения надежной передачи цифровых данных используются блоки усилителей-ретрансляторов.

В блоке мультиплексирования и синхронизации данных из получаемых пакетов данных формируется информационный поток, синхронизированный с мировым универсальным временем (UTC). В блоке сбора и обработки данных производится предварительная обработка входящей со всех датчиков информации, ее визуализация на экране дисплея и сохранение в файле данных на

жестком диске. Этим блоком также вырабатывается сигнал опасности при превышении сигналов от наклономера и акселерометров заданных пороговых величин, который передается по локальной сети в компьютер системы экологического мониторинга.

Распределение уровня техногенного сейсмического шума показано на спектральных кривых (рис. 1). В данном случае максимальный уровень шума наблюдается на восточном сейсмографе, который установлен в 1 км от платформы. Спектральные уровни шума на западном сейсмографе (расстояние – 1.5 км от платформы) и южном сейсмографе (расстояние – 2 км от платформы) в 5 раз ниже, чем на восточном.

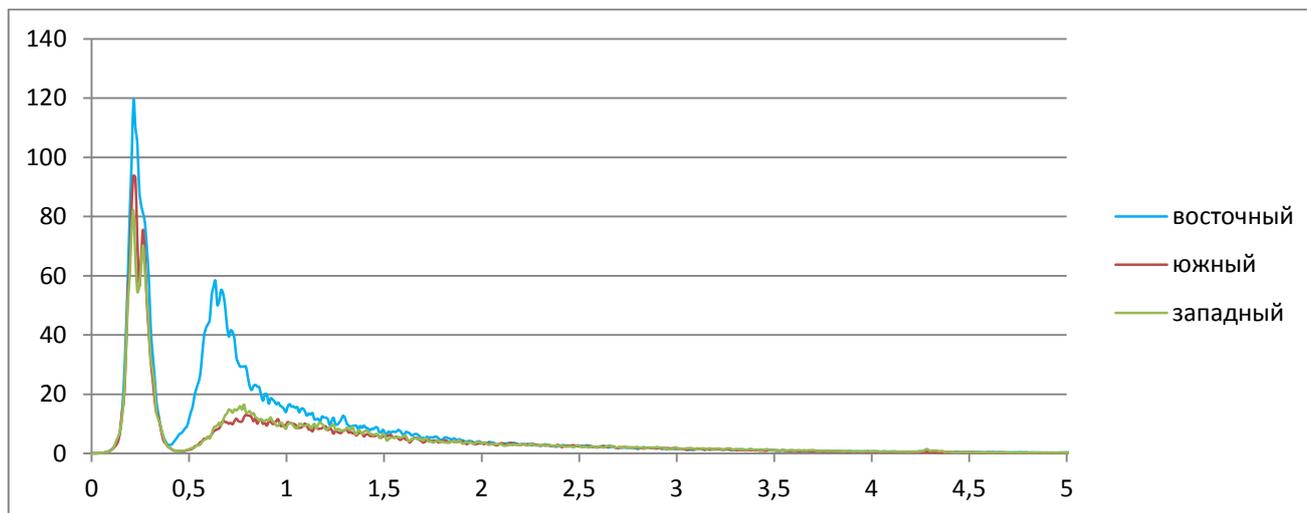


Рис. 1. Спектры микросейсм, зарегистрированные гидрофонами СГДМ на дне Каспийского моря в районе месторождения им. Ю.Корчагина, по оси абсцисс – частота в Гц, по оси ординат – спектральная плотность амплитуды сейсмического шума в Дб.

Сейсмический шум на записях донных сейсмографов позволяет обнаруживать многочисленные сейсмические сигналы разных магнитуд на разных эпицентральных расстояниях. На дистанции 30-40 км от платформы регистрируются микроземлетрясения с магнитудами  $M_L$  от -0.5. Региональные сейсмические события, происходящие в районе Восточного Кавказа, Среднего Каспия и Западного Туркменистана регистрируются, начиная с магнитуд  $M_L=2.5$ . Записываются также отдельные удаленные землетрясения с магнитудами от 6.5, происходящие в районе Курило-Камчатской и Японской островных дуг.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Грант № 20-05-00533А) и по Государственному заданию № 0149-2019-0005.

#### Литература

1. Ковачев С.А., Кузин И.П., Соловьев С.Л. Кратковременное изучение микросейсмичности губы Буор-Хая, море Лаптевых, с помощью донных сейсмографов // Физика Земли. 1994. № 7-8. С. 65-76.
2. Ковачев С.А. Результаты сейсмологических наблюдений на западе Калининградской области и на акватории Балтийского моря // Физика Земли. 2008. № 9. С. 20-31.
3. Лобковский Л.И., Ковачев С.А. Система геодинамического мониторинга нефтегазодобычи на шельфе на примере морского нефтегазового месторождения имени Ю. Корчагина // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010. № 11. С. 11-14.

## **Geodynamic monitoring system for the oil and gas field Yu.Korchagin (Northern Caspian)**

**Kovachev S.A.<sup>1</sup>, Krylov A.A.<sup>1</sup>, Ivanov V.N.<sup>1</sup>, Timashkevich G.K.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, kovachev@ocean.ru*

Abstract. The Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences has developed and put into operation a system of geodynamic monitoring at the offshore oil and gas field Yu. Korchagin (Northern Caspian). The system allows detecting seismic events of tectonic and technogenic nature in a wide range of energies (magnitudes) and at significant epicentral distances.

Key words: geodynamic monitoring; offshore oil and gas platforms; seismicity; Northern Caspian.

## Дифференцированная оценка влияния ТЭЦ на качество воздуха больших городов

Колесникова Е.В.<sup>1</sup>, Толокова А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, *astra-j@mail.ru*

<sup>2</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Проведены исследования по разработке подходов к дифференцированной оценке влияния ТЭЦ на качество воздуха больших городов. Особое внимание уделено оценке воздействия ТЭЦ на состояние атмосферного воздуха с использованием рискологической концепции.

Ключевые слова: топливно-энергетический комплекс, загрязнение атмосферного воздуха, категория опасности предприятия, риск для здоровья населения.

В работе использовались как общепринятые методы оценки экологической ситуации, так и более новые для России подходы. Анализ санитарно-эпидемиологической ситуации проводился с использованием концепции предельно-допустимых концентраций (ПДК) по наиболее оправданным для поставленных задач нормативам: среднесуточным, максимально разовым, ориентировочно-безопасным уровням воздействия (ОБУВ). Большая часть работы посвящена оценке воздействия ТЭЦ на состояние атмосферного воздуха методами рискологической концепции, а именно методами оценка риска здоровью населения. Такой подход позволяет оценить ситуацию с использованием новейших исследований и подходов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) к особенностям восприятия загрязняющих веществ организмом. Оценка риска здоровью позволила сделать анализ за длительный период проживания населения рядом с ТЭЦ, а также оценить опасность на многолетнюю перспективу. Кроме того, в работе применялись методы картографического анализа, что позволило не только сделать анализ пространственного распределения загрязнения воздуха, определить границы опасной зоны, но и соотнести эти границы с планом населенных кварталов района.

По результатам анализа санитарно-эпидемиологической обстановки в районе исследования – территория Правобережной ТЭЦ входит в состав самых загрязненных районов по атмосферному воздуху в Санкт-Петербурге. По показателю первичной заболеваемости болезнями органов дыхания Невский район находится на втором месте, уступая только Красносельскому району.

Оценка состояния атмосферы проводилась по трём основным критериям:

1. На основании анализа объемов и состава выбросов Правобережной ТЭЦ.
2. По принятым в России нормативам предельно-допустимых концентраций (ПДК).
3. По расчёту и оценке риска для здоровья населения близлежащих к ТЭЦ территорий.

Согласно данным расчетов рассеивания загрязняющих веществ, на границах санитарно-защитной зоны и за ее пределами, на границах существующих и перспективных жилых зон максимальные приземные концентрации по всем 39 выбрасываемым веществам не превышают 1 ПДК. Анализ рассеивания загрязняющих веществ для ближайших объектов показал, что наибольший вклад в загрязнение воздуха вносят такие вещества, как углеводороды предельные, углерод оксид и керосин.

При оценке риска здоровью населения выявлено, что для всех объектов риски превышения порога запаха и появления неспецифического запаха близки к нулю, то есть не превышают верхнего предела и являются допустимыми.

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов показала, что на всех объектах наблюдается превышение допустимого значения. Наиболее подвержены риску территории коллективного садоводства «Красный Октябрь» и промышленной площадки ЗАО «Племенной завод Приневское». К веществам, вносящим наибольший вклад отнесены марганец и его соединения и керосин.

Так же был посчитан индивидуальный канцерогенный риск, приведённый к одному году для взрослых и детей. Для детей значение индивидуального канцерогенного риска по хромому за один год составило от  $(2 \cdot 10^{-5})$  до  $(3 \cdot 10^{-5})$ , что считается приемлемым, но подлежит постоянному контролю. По формальдегиду риск составил значения от  $(1 \cdot 10^{-8})$  до  $(2 \cdot 10^{-8})$ , что считается пренебрежимо малым. Для взрослого населения рассчитанные значения канцерогенного риска оказались выше, чем для детей. Так по шестивалентному хромому риск равен от  $(8 \cdot 10^{-5})$  до  $(2 \cdot 10^{-4})$ , по формальдегиду от  $(8 \cdot 10^{-8})$  до  $(1 \cdot 10^{-7})$ .

Кроме того, был рассчитан канцерогенный годовой популяционный риск в течение жизни (70 лет). Его значения превышают предельно-допустимые значения как для взрослых, так и для детей, таким образом канцерогенный годовой популяционный риск был классифицирован нами как неприемлемый.

Так же в работе был проведен расчет хронического риска, по результатам которого определена вероятность увеличения общей заболеваемости населения в районе ТЭЦ. Максимальные значения риска наблюдаются по азот (IV) оксиду и углеводородам предельным  $C_{12}$  –  $C_{19}$ . При расчёте суммарного риска по всем исследуемым объектам за разные периоды времени было выявлено, что превышение допустимого значения на границах Коллективного садоводства «Красный Октябрь» и пожарно-спасательного колледжа произойдет через 40 лет и 58 лет проживания в исследуемой зоне соответственно. Для остальных объектов при условии постоянного проживания на протяжении 70 лет рядом с Правобережной ТЭЦ и при условии неизменности ситуации риск хронического действия достигнет предельного, то есть опасного значения.

Таким образом, основной вывод работы заключается в том, что не смотря на допустимые значения концентраций загрязняющих веществ, эффекты от их воздействия, рассчитанные методами рискологической концепции в большинстве своём могут считаться не приемлемыми:

Оценка риска основывается исключительно на критериях, отражающих непосредственное влияние химических веществ на здоровье наиболее чувствительных групп населения. Применяемые предельно допустимые концентрации не всегда обоснованы по эффектам, напрямую связанным со здоровьем.

### Литература

1. ГН 1.1.725-98 Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека [Текст]. – Москва: Минздрав России, 1999 – 26 с.
2. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Текст]. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004 - 143 с.
3. Экологическая обстановка в Невском районе Санкт-Петербурга [Текст]: - Санкт-Петербург: Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга., 2017 – 18 с.

## **Differentiated assessment of thermal power plants impact on air quality in large cities**

**Evgeniia Kolesnikova<sup>1</sup>, Alina Tolokova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, astra-j@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

Abstract. Research has been carried out to develop approaches to a differentiated assessment of the impact of thermal power plants on air quality in large cities. Particular attention is paid to assessing the impact of thermal power plants on the state of atmospheric air using the risk concept.

Key words: Fuel Energy Complex, air pollution, hazard category of thermal power plants, health risk assessment.

## **Построение модели выноса биогенных элементов с водосбора с применением ГИС-технологий для рек Ленинградской области**

**Коробченкова К.Д.<sup>1</sup>, Ершова А.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, korobchenkova14@mail.ru*

Аннотация. В данной работе рассматривается процесс построения модели выноса биогенных элементов на основе ГИС-приложения SWAT. Исследование проводится впервые не только для водосборной территории Финского залива, но и Российской Федерации в целом. Показаны ограничения применения модели для данной территории и дальнейшие возможности ее применения.

Ключевые слова: моделирование, SWAT, биогенная нагрузка, эвтрофикация, Финский залив, трансграничные реки.

Одним из важнейших направлений Плана действий по Балтийскому морю ХЕЛКОМ [1] является разработка мероприятий по снижению поступления с водосборного бассейна в морскую экосистему биогенных элементов для решения главной экологической проблемы Балтики – эвтрофикации. Достоверная оценка биогенной нагрузки с российской части водосбора Балтийского моря до сих пор является сложной задачей из-за недостатка данных регулярных измерений на реках Ленинградской области, впадающих в Финский залив, что обуславливает актуальность применения методов математического моделирования для оценки биогенной нагрузки с данной территории, в том числе применение ГИС-технологий [2].

На данный момент в мировой практике наиболее разработанной и апробированной геоинформационной системой комплексного прогнозного моделирования является модель возможных состояний бассейновой системы – SWAT (Soil and Water Assessment Tool) [3], которая в данном исследовании впервые применялась для территории Российской Федерации.

Успешная реализация модели SWAT, с правильно заданными исходными данными, позволяет получать модельные оценки нагрузки всех форм биогенных элементов – в первую очередь азота и фосфора, поступающих с водосбора, определять источники поступления избыточного количества биогенных веществ, являясь мощным инструментом для прогнозирования влияния хозяйственной деятельности на водосбор, в том числе с учетом климатических изменений.

В данном исследовании модель SWAT применялась на платформе геоинформационной системы Quantum GIS. Временной шаг модели – одни сутки. Объектом исследования является р. Селезневка – трансграничная река в Финляндии и России, на которой, начиная с ноября 2018 г., проводятся гидрологические и гидрохимические наблюдения в рамках Программы приграничного сотрудничества «Россия-Юго-Восточная Финляндия 2014-2020». На двух станциях мониторинга раз в месяц производится отбор проб воды на определение физических свойств, главных ионов, газового состава, органических и загрязняющих веществ, биогенных компонентов и загрязняющих веществ неорганического происхождения. Также в сентябре 2019 г. был произведен отбор проб почвенных образцов для анализа в них ряда химических элементов. Данные мониторинга позволили подготовить необходимые исходные данные, которые с высокой степенью детализации описывают разные характеристики системы в границах водосбора. Их использование позволило на первом шаге разделить водосбор на 20 суббассейнов, а на втором шаге на 459 элементарных гидрологических единиц (HRUs), каждая из которых однородна по почвенному покрову, элементу рельефа, типу землепользования или растительного покрова [4].

Именно грамотно созданные исходные данные в виде карт с высокой степенью детализации позволили идентифицировать каждую элементарную гидрологическую единицу, а затем рассчитать биогенную нагрузку для каждой HRUs, учитывая внесение удобрений, поверхностный сток, произрастающие культуры, погодные условия и другие факторы. На третьем этапе в модель

была добавлена погодная база данных, созданная на основе ежедневных данных мониторинга, и результаты моделирования были визуализированы. На данном этапе исследования главной задачей было тестирование модели SWAT в условиях Ленинградской области, выявление ограничений применения и создание файлов с исходными данными, которые соответствуют требованиям модели.

Подготовительный этап выявил некоторые ограничения применения модели SWAT на территории Ленинградской области:

— Отсутствие исходных данных на р. Селезнёвка из-за недостаточной охваченности сетью мониторинга вызвало необходимость проведения дополнительных мониторинговых исследований Северо-Западным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (СЗУГМС) в 2019 году;

— Исходные данные в виде цифровых карт требуют высокого разрешения, соответствующей степени детализации и задания характеристик в соответствии с кодировками модели SWAT.

На следующем этапе производилась калибровка модели, после которой будут производиться сценарные расчёты.

После всех необходимых доработок модель SWAT позволит планировать хозяйственную деятельность на трансграничном водосборе с учетом различных сценариев, отражающих изменения хозяйственной деятельности на водосборной территории и будущие климатические изменения. В конечном итоге, модель сможет стать универсальным методом планирования (управления) хозяйственной деятельности на водосборах Северо-Запада России.

#### Литература

- 1) План действий ХЕЛКОМ по Балтийскому морю/ СПб.: Диалог, 2008. 112 с.
- 2) Кондратьев С.А. Оценка современной биогенной нагрузки на российскую акваторию Финского залива и ее соответствие международным требованиям // Научное обеспечение реализации "Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г." Всероссийская научная конференция, 6-11 июля 2015 г.: сборник научных трудов [в 2 т.]. Петрозаводск, 2015. Т. 1. С. 439-446.
- 3) SWAT. 2012. Soil and Water Assessment Tool: Input/Output Documentation. College Station, Tex.: Texas A&M University. Available at. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://swat.tamu.edu/media/69296/swat-io-documentation-2012.pdf>. (Дата обращения: 10 декабря 2019).
- 4) Коробченкова К.Д., Ершова А.А. Построение модели выноса биогенных элементов с водосбора с применением ГИС-технологий для прибрежной зоны Финского залива// Комплексные исследования Мирового океана. Материалы V Всероссийской научной конференции молодых ученых, г. Калининград, 18-22 мая 2020 г. – 2020. – с.419-420.

### **Building a model for nutrient export from the catchment area using GIS technologies for rivers of Leningrad region**

**Korobchenkova K.D.<sup>1</sup>, Ershova A.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, korobchenkova14@mail.ru*

**Abstract.** This paper discusses the process of constructing a model of nutrient export based on the GIS-application SWAT (The Soil and Water Assessment Tool). The study is being conducted for the first time not only for the catchment area of the Gulf of Finland, but also for the Russian Federation in general. The limitations of using the model for this territory and further possibilities of its application are shown.

**Key words:** modeling, SWAT, nutrient load, eutrophication, Gulf of Finland, transboundary rivers.

## Геоинформационная структура техногенной нагрузки бассейна р. Вахш (Республика Таджикистан)

Куватов И.А.<sup>1</sup>, Шишкин А.И.<sup>1</sup>, Рабизода Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
 Высшая школа технологии и энергетики, Санкт-Петербург, Россия, Iqbol\_90@inbox.ru,

Aishishkin@yandex.ru

<sup>2</sup> – Инженерно-педагогический колледж города Душанбе, Душанбе, Таджикистан,  
 Kuvvatov-1987@mail.ru

Аннотация. В работе систематизированы, обобщены и классифицированы все виды техногенной нагрузки в бассейне р. Вахш. Создана пространственно-временная база данных на ГИС основе для основных водопользователей и источников техногенных воздействий.

Ключевые слова: техногенная нагрузка, районирование, водохозяйственный участок, геоинформационная система.

На основании анализа изменения данных гидрохимического контроля качества вод по постам регулярных сезонных измерений на рис.1. приведены диаграммы по пяти показателям. В качестве примера выборки представлены за июнь и февраль месяцы, что позволяет сравнить характер изменения качества вод на различных участках бассейна основного русла и притоков первого порядка.

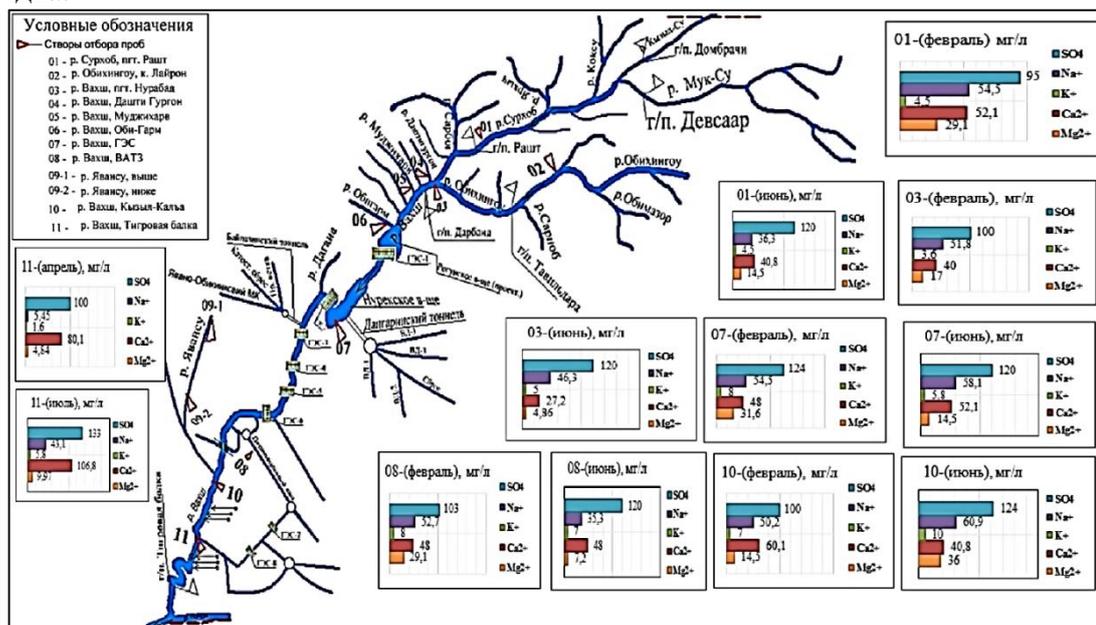
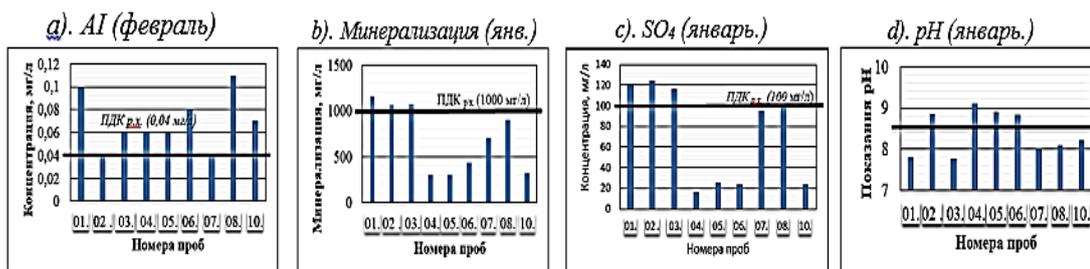


Рисунок 1 – Оценка уровня загрязненности бассейна р. Вахш

Основными водопользователями реки Вахш являются промышленные предприятия (химические, горнодобывающие, текстильные, мясомолочные и др.), сельскохозяйственные предприятия (коллективные и индивидуальные дехканские хозяйства) и коммунальные водопользователи. По статистическим данным 2017 г. общее количество промышленных предприятий составило 56 и сельскохозяйственных предприятий 1066 (из них 573 – коллективных и 493- индивидуальных дехканских хозяйства).

Районирование бассейна реки Вахш и ее притоков с учетом структуры гидромелиоративной и оросительные системы, а также размещения основных водопользователей позволило выделить три водохозяйственных участка [1-2].



В бассейне реки Вахш существуют 18 гидропостов из них 13 временно не работает.

Комплексная оценка существующей техногенной нагрузки по пяти действующим створам позволила определить качество воды по пяти показателям. Позволило определить влияния сельскохозяйственных предприятий и промышленных производств. Выявлено значительное превышение уровень ПДК по содержанию алюминия, сульфитов (SO<sub>4</sub>), водородного показателя (рН) и минерализации за январь и февраль 2018 года. Результат анализ приведено на рис.2.

Рис. 2. Диаграммы изменения концентрации показателей алюминия, сульфатов, минерализации и рН.

По данным многолетних наблюдений для бассейна р. Вахш создана геоинформационная структура и карта по 4 слоям (гидрохимии, гидрологии; гидроэнергетических станции и участков районирования) в программе ArcGIS.

Применение ГИС систем для накопления и управления информационной базы связано с их ориентации на пространственно-временные данные, а также возможностями сбора, хранения, увязки и обработки этих данных в стандартизированном формате, обеспечением выдачи информации пользователю в наиболее удобной для него форме (карты, схемы, таблицы и т.п.). Разработка геоинформационной системы проводилось на примере водных бассейнов республики Таджикистан, включая бассейн реки Вахш [3].

#### Литература

1. Шишкин А.И., Куватов И.А., Барххуев Х.О. Районирование бассейна р. Вахш по интегральной нагрузке основных промышленных и сельскохозяйственных производств. Сборник материалов XXIV Международного Биос-форума и Молодежной Биос-олимпиады. Книга 1/ СПБНЦ РАН, ВВМ; СПб.: Любавич, 2019, -с. 356-366.
2. Дружинин Н.И., Шишкин А.И. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 329 с.
3. Наврузов С.Т. Моделирование в управлении водными ресурсами. – Душанбе: «ЭР-граф» 2013. – 280 с.

### Geoinformation structure of technogenic load in the river basin Vakhsh (Republic of Tajikistan)

**Kuvatov I.A., Shishkin A.I., Rabizoda N.**

<sup>1</sup> – The higher school of technology and energy

Saint-Petersburg State University on Industrial Technologies and Design, Saint-Petersburg, Russia,

Iqbol\_90@inbox.ru, aishishkin@yandex.ru

<sup>2</sup> – Engineering-pedagogical College of Dushanbe city, Dushanbe, Tajikistan, kuvvatov-

1987@mail.ru

Abstract. In the paper all types anthropogenic load in the basin of the river Vakhsh are systematized, generalized and classified. The spatial and temporal database on GIS the basis for the main water users and sources of man-made impacts are created.

Key words: technogenic loading, regional assignment, water-resources region, geoinformation system.

## **Виртуальная скважина как элемент проектирования водоснабжения пользователей за счет подземных вод**

**Куприянова А.Е.<sup>1</sup>, Михневич Г.С.<sup>1</sup>, Гриценко В.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград, Россия,  
united\_jemelt8@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, г. Москва, Россия*

**Аннотация.** Предложен алгоритм построения виртуальной буровой скважины для хозяйственно-питьевого водоснабжения произвольного пользователя Калининградской области на основе массива данных почти двух тысяч буровых скважин по региону.

**Ключевые слова:** подземные воды, водоносный горизонт, виртуальная скважина, хозяйственно-питьевое водоснабжение, геологические данные, проектирование.

Качественное водоснабжение различных пользователей является необходимым этапом рационального природопользования в любом регионе и одним из факторов формирования экологической ситуации [1-3]. Успешное решение проблем водопользования благоприятно также для устойчивого развития региона [2, 4, 5]. В Калининградской области подземные воды широко используются для водоснабжения пользователей вне больших городов. Расширяющаяся хозяйственно-бытовая застройка территории области ставит вопрос о решении проблемы водоснабжения различного рода потребителей (малые предприятия, фермерские хозяйства и т.д.). Как известно [3, 4], при проектировании источников водоснабжения за счет подземных вод необходимо знание вертикальной геологической структуры в непосредственной близости от потребителя. Объем уже имеющихся скважин относительно невелик, их менее двух тысяч. Данное обстоятельство порождает проблему объективного прогноза вертикального геологического строения в окрестности выбранной точки региона для предполагаемого бурения.

Для решения поставленной задачи предлагается построение виртуальной скважины как элемента предварительной оценки, которая позволит на основе описаний геологического строения рядом расположенных реальных буровых скважин выполнить реконструкцию геологических условий в требуемой точке региона. Т.о. виртуальная скважина есть описание вертикальной геологической структуры на выбранном участке земной поверхности региона, на котором предполагается решить проблему водоснабжения произвольного пользователя. Построение виртуальной скважины позволит спроектировать процесс бурения реальной скважины и рассчитать соответствующую зону санитарной охраны (ЗСО) [4].

Для построения искомой виртуальной скважины по территории региона предполагается использовать данные нескольких ближайших из имеющегося массива буровых скважин [2], содержащих информацию по геоструктуре пород региона. Известно, что распределение параметров геоданных происходит по однородным геологическим слоям (породам), толщина которых может составлять единицы, десятки и сотни метров. Для реализации расчетного алгоритма все слои используемых реальных скважин будут преобразованы к единому формату описания через 1 метр, а геологический смысл каждого метрового слоя будет отражен в значении коэффициента фильтрации текущей породы. Алгоритм построения искомой виртуальной скважины будет учитывать параметры рядом расположенных реальных скважин, выполняя аппроксимацию их параметров на одинаковой глубине в рассчитываемый горизонт виртуальной скважины. Расчетный метод аппроксимации будет учитывать как сами значения коэффициентов фильтрации на текущем горизонте, так и расстояния от виртуальной до учитываемых реальных скважин. Предполагается рассмотреть как линейный вариант расчета – двумерная линейная интерполяция известных значений параметров, так и нелинейный вариант в виде параболоида интерполяции.

После получения всех необходимых параметров всех метровых слоев для выбранной расчетной точки региона предполагается обратный переход – от значений коэффициентов

фильтрации к геологическим параметрам слоев, что позволит определить необходимые условия для водоснабжения участка. Одним из главных искомым геологическим параметром является глубина нахождения первого от поверхности московско-валдайского межморенного водоносного горизонта Калининградской области, наиболее широко используемого в водоснабжении региона [3].

Результаты работы будут также использоваться для построения ЗСО выбранного участка, с предполагаемой застройкой его частным домом, малым предприятием и т.д. В дальнейшем предполагается внедрение сконструированного алгоритма как модуля в ГИС-систему региона [1, 3, 5].

**Итоги.** Выполнена постановка задачи обеспечения водоснабжением малых предприятий, частных домов и т.д. Предложен алгоритм построения виртуальной буровой скважины на основе массива данных почти двух тысяч буровых скважин по Калининградской области, который позволит получить необходимые рекомендации для участка предполагаемого пользователя.

*Благодарности.* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта №19-45-390007 «Влияние субмаринной разгрузки подземных вод на формирование донных осадков в Гданьской впадине Балтийского моря».

#### Литература

1. Воистинова Е.С., Парфенова Г.К. Устойчивое развитие территорий и геоэкологические проблемы водопользования (на примере Кемеровской области). // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2010, №4, с. 312-318

2. Гриценко В.А., Михневич Г.С., Новикова Е.П. Комплексная оценка геоэкологических опасностей полигонов твердых бытовых отходов на подземные воды Калининградской области // Труды III Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2019. С. 251-255.

3. Михневич Г.С. Пространственная дифференциация территории Калининградской области по степени защищенности подземных вод от загрязнения // География: проблемы науки и образования / Отв. ред. В.П. Соломин, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. СПб.: Астерион, 2011. С. 129-132.

4. Орадovская А. Е., Лапшин Н. Н. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. М.: Недра, 1987. 167 с.

5. Позднякова И.А., Кожевникова И.А., Костикова И.А., Томс Л.С. Оценка условий взаимосвязи водоносных горизонтов на основе крупномасштабного картирования геологического строения и гидрогеологических условий г. Москвы // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2012, №6, с. 527-539.

#### **A virtual borehole as an element of designing water supply to users from groundwater**

**Kupriyanova A.E.<sup>1</sup>, Michnevitch G.S.<sup>1</sup>, Gritsenko V.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>– *Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, united\_jemet8@mail.ru*

<sup>2</sup>– *Shirshov Institute of Oceanology Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**Abstract.** An algorithm for constructing a virtual borehole for drinking water supply for an arbitrary user of the Kaliningrad region is proposed on the basis of an array of data from almost two thousand boreholes in the region.

**Key words:** groundwater, aquifer, virtual borehole, potable water supply, geological data, design.

**Acknowledgments.** The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research and the Government of the Kaliningrad Region within the framework of the scientific project №19-45-390007 "Influence of submarine discharge of groundwater on the formation of bottom sediments in the Gdansk Basin of the Baltic Sea".

## **Использование методов экологического картографирования как мера сохранения экосистемы Ладожского озера и предупреждения загрязнений**

**Лагай Н.В.<sup>1</sup>, Пронив Е.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> - *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, lagay@mail.ru*

<sup>2</sup> - *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, proniv2014@yandex.ru*

Аннотация: Ухудшение состояния природной среды и необходимость обеспечения экологической безопасности требуют создания визуального образа новой экологической реальности. Инструментом, позволяющим визуализировать и анализировать ситуацию является экологическое картографирование.

Ключевые слова: экология, картографирование, Ладожское озеро, ЦБК, Питкяранта, природа.

Экологическое картографирование (при своих возможностях создавать единую базу данных о современной экологической ситуации) является одним из лучших способов сбора информации об окружающей среде. Многие процессы можно описать с помощью экологического картографирования, с применением современных ГИС систем, правильно оценить и систематизировать экологические риски, а также уменьшить их влияние на основе полученных данных.

Для решения этой задачи требуется выполнить сбор, анализ, оценку, интеграцию, территориальную интерпретацию и создать географически корректное картографическое представление многообразной, зачастую трудно сопоставимой экологической информации

Авторы приводят пример загрязнения одного из крупных пресных водоемов России, загрязнение которого приведет к экологической катастрофе местного масштаба. Своевременный и постоянный контроль методами экологического картографирования, по мнению авторов, снизит вероятность этого события.

Большие пресные озёра являются редкостью на планете Земля. Одним из таких озер является Ладожское озеро. На берегах озера до сих пор расположены действующие предприятия, которые своей жизнедеятельностью разрушают биогеоценоз этого водоема.

Ладожское озеро - это самое крупное озеро Европы. Именно отсюда берет свой исток Нева. Нева является источником питьевой воды для Санкт-Петербурга. В окрестностях озера обитает около 60 видов рыб, часть из которых занесены в красную книгу.

Поверхностные воды и атмосфера Ладожского озера постоянно подвергаются загрязнению промышленными предприятиями. Около шестисот промышленных предприятий и 680 агропромышленных комплексов продолжают сбрасывать свои промышленные стоки в водоём.

Одними из сильных загрязнителей вод Ладоги является Целлюлозно-бумажная промышленность - наиболее сложная отрасль лесного комплекса, связанная с механической обработкой и химической переработкой древесины.

Целлюлозный завод «Питкяранта»- градообразующее предприятие. На нем трудится почти тысяча человек. Для выработки целлюлозы предприятию поставляется древесина хвойных пород и щепы. Выпускаемая продукция идет как на экспорт, так и на импорт.

По воздействию на окружающую среду ЦБП отрасль остаётся одной из проблемных. Из-за малого количества исследований и сбора данных вокруг комбината невозможно говорить о точных масштабах влияния ЦБП и в т.ч. на экологическую обстановку вокруг комбината.

В связи с неразумной эксплуатацией природных ресурсов ученые подключаются к изучению и разработке проектов охраны природы. Информационная емкость картографических материалов делает картографический метод незаменимым в научных и прикладных исследованиях.

### Литература

1. Принципы геоэкологического картографирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://studopedia.ru/8\\_5165\\_printsipi-geoeologicheskogo-kartografirovaniya.html](https://studopedia.ru/8_5165_printsipi-geoeologicheskogo-kartografirovaniya.html)
2. И С Белюченко: Экологическое картографирование – учебное пособие. Издательство: КубГАУ. 2017г.
3. Специфика комплексного экологического картографирования и его приоритетная задача [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://3ys.ru/kompleksnoe-ekologicheskoe-kartografirovanie-i-metody-sostavleniya-ekologicheskikh-kart/spetsifika-kompleksnogo-ekologicheskogo-kartografirovaniya-i-ego-prioritetnaya-zadacha.html>
4. КОМПЛЕКСНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://publikacia.net/archive/2016/8/2/20>
5. Целлюлозно-бумажные комбинаты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fabricators.ru/proizvodstvo/cellyulozno-bumazhnye-kombinaty>
6. Ристи - новая история Питкярантского района [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://risti.pit.su/index.php/1950/37-1950/147-2010-11-13-12-19>
7. Экология Ладожского озера [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ladoga-lake.ru/pages/artcl-ladoga-ecologia.php>
8. Питзавод [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pitzavod.ru/>
9. Животный мир Ладожского озера [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://geography-ege.ru/zhivotnyj-mir-ladozhskogo-ozera>
10. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://refleader.ru/jgeatyrnameraty.html>
11. Экологическое картографирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://revolution.allbest.ru/ecology/00541853\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/ecology/00541853_0.html)

### Use of ecological mapping methods as a measure to preserve the ecosystem of Lake Ladoga and prevent pollution

Lagay N.V.<sup>1</sup>, Proniv E.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>-Russian state hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, [lagay@mail.ru](mailto:lagay@mail.ru)

<sup>2</sup>-Russian state hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, [proniv2014@yandex.ru](mailto:proniv2014@yandex.ru)

Abstract: The deterioration of the natural environment and the need to ensure environmental safety require the creation of a visual image of a new environmental reality. Environmental mapping is a tool that allows you to visualize and analyze the situation.

Key words: ecology, mapping, lake Ladoga, Environment, Pitkyaranta.

## Исследование изменчивости свойств грунтов в процессе сезонных колебаний климата

Масликова О.Я.<sup>1</sup>, Грицук И.И.<sup>1,2,3</sup>, Дебольский В.К.<sup>1</sup>, Ионов Д.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН) г. Москва, Россия, oksana68@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Российский университет дружбы народов (РУДН) г. Москва, Россия*

<sup>3</sup> – *Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва, Россия*

Аннотация. Для задач проектирования необходимо знать поведение мерзлых грунтов при тех или иных меняющихся условиях. В связи с этим возникают новые требования, связанные с деградацией мерзлоты и, как следствие, изменяются критерии прочности и устойчивости грунтов, пригодных для строительства. Расчет нагрузок при строительстве в криолитозоне требует особого подхода в каждом конкретном случае, поскольку невозможно сделать единую модель в связи с разнообразием грунтов и историями их заморозки. Типизация почв не дает четкой картины при отрицательных температурах, так как переход вода-лед-вода в грунте меняет поведение пород, а непредсказуемость климатических изменений, влияющих на этот процесс, существенно усложняет задачу. В гидравлической лаборатории РУДН была проведена серия экспериментов для различных типов грунта, подверженных нагрузке, с целью установить основные параметры, влияющие на устойчивость грунтов при оттаивании, и дать примерные рекомендации, касающиеся использования этих грунтов в качестве оснований.

Ключевые слова: криолитозона, мерзлый грунт, оттаивание, нагрузка

Поведение мерзлых грунтов является сложным и зависит от множества факторов. При формулировании соотношения прочности и текучести важно понимать характеристики оцениваемой почвы. Это требует ряда лабораторных исследований, которые затем позволят определить конкретные параметры грунта при инженерном проектировании. Гранулометрический состав, сопротивление нагрузке, температура, содержание влаги – это далеко не полный перечень аспектов, которые необходимо учитывать при проектировании строительства и анализе деформаций оснований в условиях криолиозоны.

Замораживание и оттаивание почвы может привести к серьезным геотехническим, гидрологическим и экологическим проблемам. Каждая почва имеет свои специфические характеристики замерзания, в основном в зависимости от текстуры и преобладающей концентрации растворенного вещества. Как правило, *структура частиц крупнозернистых почв* при переходе через ноль изменяется плавно по мере того как вода в порах замерзает. По мере изменения фазы воды объем увеличивается на 9%, а поскольку гидравлическая проводимость крупнозернистой почвы высокая, излишки воды стекают, а структура почвы остается неизменной. А вот мелкозернистым грунтам свойственна более низкая гидравлическая проводимость, что приводит к накоплению влаги, которая в процессе замерзания увеличивается в объеме, и это приводит к образованию ледяных линз. Также поведение почвы всегда тесно связано с преобладающими метеорологическими условиями. Гидравлическая проводимость грунтов снижается по мере их промерзания, что приводит к снижению инфильтрации и задержке пополнения запасов подземных вод во время таяния снега. Для более крупных территорий (водосборов) влияние мерзлых грунтов на инфильтрацию и сток происходит неравномерно.

В гидравлической лаборатории РУДН была проведена серия экспериментов для различных типов грунта, подверженных нагрузке, с целью установить основные параметры, влияющие на устойчивость грунтов при оттаивании, и дать примерные рекомендации, касающиеся использования этих грунтов в качестве оснований.

1. Увлажненный песок (крупность 0,2мм.);

2. Увлажненный торф в равных долях с песком (крупность 0,2мм.);
3. Увлажненный торф;
4. Торф с песком (крупность 0,2мм.) естественной влажности;
5. Торф естественной влажности.

Результаты:

- На прочность оттаивающего грунта влияет множество факторов, такие как льдистость, связность, сыпучесть, пористость.
- В условиях отрицательных температур льдистость является упрочняющим фактором по аналогии со скальными породами.
- В условиях оттаивания пород для устойчивости грунта определяющим фактором является его связность.
- Увлажненный торф показал самые большие прочностные характеристики. Это объясняется тем, что протаивание содержащегося в нем льда происходит гораздо медленнее, чем протаивание обычного торфа с большой пористостью. В момент помещения такого образца в поток вода заполняет поры и вымывает вещество, а поры надводной части заполняются воздухом окружающей среды, что тоже способствует быстрому размораживанию образца.
- На втором месте по устойчивости оказался увлажненный торф в равных долях с песком, что тоже объясняется цементирующим воздействием замерзшей влаги. Этот образец протаивал медленнее, чем аналогичный образец естественной влажности, что также объясняется заполнением порового пространства водой или воздухом. Увлажненный песок держался только на сцеплении льда, а при оттаивании сразу рассыпался, что вполне очевидно объясняется его сыпучими свойствами.

Для понижения льдистости в состав грунта рекомендуется вводить несвязный грунт (например, песок), частицы которого заполняют поровое пространство и таким образом можно понизить влагоудерживающую способность грунта. Понижение льдистости кроме уменьшения деформаций грунта при оттаивании даст ещё уменьшение пучинистости при замерзании, т.е. такая смесь грунтов будет более устойчивая при сезонных изменениях погоды.

## **Investigation of the variability of soil properties during seasonal climate fluctuations**

**O.Ya. Maslikova<sup>1</sup>, I.I. Gritsuk<sup>1,2,3</sup>, V.K. Debolsky<sup>1</sup>, D.N. Ionov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences (WPI RAS), Moscow, Russian Federation, oksana68@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation*

<sup>3</sup> – *Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russian Federation*

Abstract. For design tasks it is necessary to know the behavior of frozen soils under certain changing conditions. This creates new requirements related to the degradation of permafrost and, as a result, the criteria for strength and stability of soils suitable for construction are changing. Calculation of loads during construction in the permafrost zone requires a special approach in each specific case, since it is impossible to make a single model in connection with the variety of soils and the history of their freezing. Soil typization does not give a clear picture at negative temperatures, since the transition "water-ice-water" in the soil changes the behavior of the grounds, and the unpredictability of climatic changes affecting this process greatly complicates the task. In the hydraulic laboratory of the RUDN University, a series of experiments was conducted for various types of soil subject to load, in order to determine the main parameters affecting the stability of soils during thawing, and to give approximate recommendations regarding the use of these soils as bases.

Key words: permafrost, frozen soil, thaw, strain, strength

## **Наблюдения за уровнем подземных вод. Возможности реализации наблюдений в сети мониторинга природной среды**

**Матафонов Е.П.**

*ООО «Научный инновационный центр Мониторинга природной среды» Московская область,  
Истринский район, п.Глебовский, Россия, nic\_mps@mail.ru*

**Аннотация.** В работе рассмотрены возможности методики наблюдений за подземными водами в сети мониторинга особенностей природной среды.

**Ключевые слова:** мониторинг, подземные воды, оборудование.

Подземные воды в системе комплексных наблюдений за природной средой изучены значительно меньше по сравнению с метеорологическими гидрологическими, почвенно-гидрологическими показателями. Прежде всего, это связано с низкой плотностью сети наблюдений за подземными водами, отсутствием данных в открытом доступе. Высокой стоимостью бурения наблюдательных скважин, для организации ведомственной или объектной сети наблюдений.

Необходимость наблюдений за подземными водами возникла с практическими задачами по изучению ущерба речного стока, изучению величины питания подземных вод, прогнозу изменений уровня поверхностных и подземных вод.

Для решения поставленных задач наблюдений за подземными водами в нашей организации были разработаны несколько модификаций уровнемеров.

Первыми были разработаны поплавковые уровнемеры с запоминающим устройством. Потом уровнемеры гидростатического уровня с компенсацией атмосферного давления и запоминающим устройством. У каждого из этих типов уровнемеров свои преимущества и недостатки.

Для ведения режима за подземными водами заказчики больше ориентируются на гидростатические уровнемеры. Они надежны в эксплуатации и имеют большой рынок предложений с разнообразными функциональными возможностями.

Поплавковые уровнемеры меньше распространены. Но преимущество этого оборудования по сравнению с гидростатическим и ультразвуковыми уровнемерами проявляется в исследовательских работах. Поплавковые уровнемеры позволяют очень детально наблюдать хронологию событий не привязываясь к интервалам опросов датчика.

В проектировании своего оборудования мы руководствуемся следующими принципами:

- оборудование должно быть бюджетным;
- энергонезависимым
- взаимно заменяемым и дополняемым другим оборудованием

Каждый датчик должен устанавливаться на изучаемом объекте автономно и не требовать организации специальной территории площадки.

Упор в последних разработках делается на организации сети сбора и передачи данных.

В своих разработках мы ориентируемся на различные подходы передачи данных. В первую очередь это передача через Интернет по сети GSM–GPRS. Также разработана модификация с передачей данных по локальной сети LoRaWAN. Расстояние уверенного приема по локальной сети до 3 -5 км на открытой местности. В лесу дальность распространения сигнала 1 -1.5 км.

Модули передачи данных\* основаны на внедрении современных технологий NB-IoT, с внедрением миниатюрных Sim–чипов. Передачу данных NB-IoT поддерживают все основные российские операторы связи – Мегафон, МТС, Билайн, Ростелеком.

Модули передачи данных реализованы в двух исполнениях. С подключением модуля к сети 220В. для организации и ведения мониторинга подземных вод на водозаборных узлах предприятий. И с автономным питанием для работ в полевых условиях.

Для иллюстрации рассмотрим результаты наблюдений за подземными водами первого от

поверхности водоносного горизонта на период с 1 по 10 сентября 2020 г. К основному оборудованию наблюдаемой скважины установлен осадкомер челночного типа, что позволяет получать дополнительную информацию для анализа результатов.

Уровни подземных вод измеряются на последней минуте заданного интервала. За этот же интервал суммируется количество накопленных осадков. Данные передаются через Интернет на сервер сайта также через каждый час.

На сервере можно просматривать результаты текущих наблюдений. Архив отражает все измерения, с начала установки оборудования включая предыдущий день. Данные можно так же получать на телефон при наличии соответствующего программного обеспечения.

Начало сентября 2020 г. выдалось без осадков. С вечера 7 числа осадки шли с небольшими перерывами, а на следующий день за сутки выпало 8мм осадков. На рисунке 1 и 2 представлены совмещенные графики распределения осадков и уровней подземных вод по суткам.

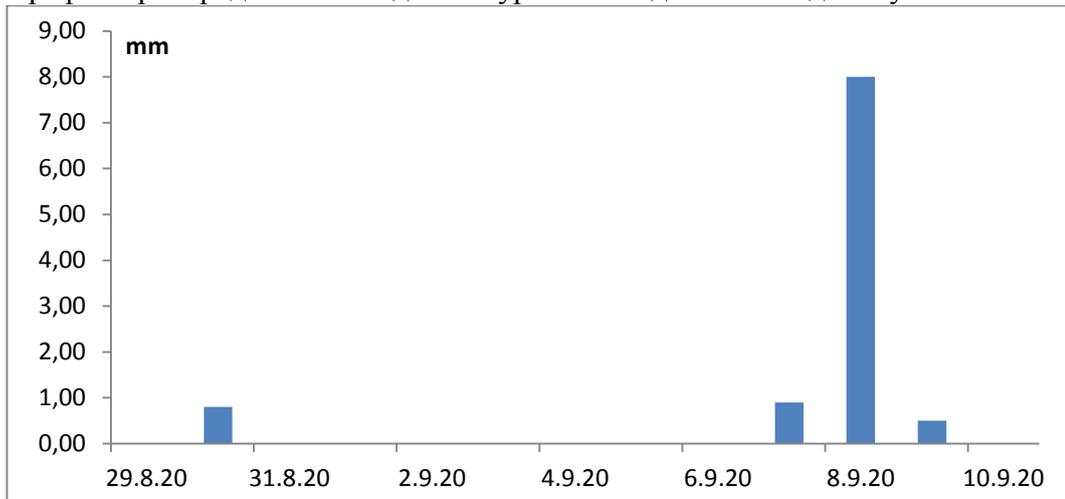


Рисунок 1– Ежесуточное распределения осадков (мм)

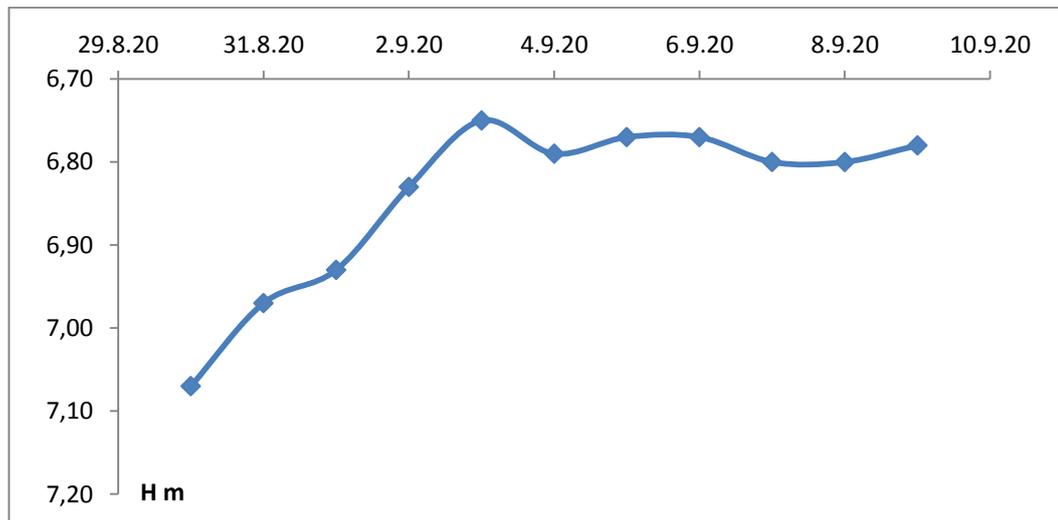


Рисунок 2 – Средние суточные изменения уровня воды в скважине (в м. от поверхности земли).

Режим подземных вод в скважине не повторяет суточный ход осадков сентября. Подъем уровней воды можно ожидать с задержкой в период с 13 по 14 сентября. Подъем уровня с 30 августа по 3 сентября отражает осадки 26-27 августа. За 4 дня уровень подземных вод поднялся на 32 мм, а количество осадков за август составило 20 мм.

Пример показывает возможности оперативного анализа результатов наблюдений на

скважине. Детальный анализ предыдущих наблюдений осадков с изменением уровней позволяет выделить боковую приточность к скважине, непосредственно питание подземных вод за счет осадков в районе влияния скважины, переток в ниже лежащие горизонты. Предложенная методика требует большего объема материалов наблюдений для подтверждения результатов работы

\* Модули передачи данных разработаны сотрудниками ООО «Радиоконтакт» г. С.-Петербург.  
(автор и разработчик, к.т.н Сиваков Д.М.)

#### Литература

- 1.Воронков Н.А. Роль лесов в охране вод. Л. Гидрометеиздат, 1988
- 2.Матафонов Е.П. Водно-балансовые исследования и наблюдения на полигоне «Малая Истра» Ежегодные отчеты с 2001 по 2014 годы. Фонды АО «Центральное ПГО», 2014 г
- 3.Субботин А.И., Дыгало В.С. Экспериментальные гидрологические исследования в бассейне реки Москвы М.: Гидрометеиздат, 1991г, 263 с

### **Monitoring the level of underground water. Opportunities for implementing observations in the natural environment monitoring network**

**Matafonov E.P.**

*ООО "Scientific инновационный centre of the Monitoring the natural ambience" Moscow area, Istrinskiy region, p.Glebovskiy, Russia, Nic\_mps@mail.ru*

Abstract. The work considers the possibilities of the method of observing groundwater in the network for monitoring the characteristics of the natural environment.

Key words: monitoring, underground water, equipmen.

## **Использование ГИС технологий для модернизации существующей системы мониторинга лесных пожаров на территории Псковской области**

**Роголев А.И., Банарь С.А.**

*Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия, rogovlev.alexei@yandex.ru*

Аннотация. Исследование направлено на модернизацию системы обнаружения лесных пожаров на базе имеющейся системы мониторинга «Лесохранитель», но с применением ГИС-технологий, а также предложены пути снижения затрат на проведение работ по дальнейшему обслуживанию оборудования.

Ключевые слова: лесной пожар, геоинформационные системы, камера с тепловизором.

Лесные пожары являются одними из самых часто возникающих катастроф природного характера. Наибольший вред лесные пожары наносят территории Российской Федерации, располагающей значительной площадью земель, покрытых лесной растительностью. Причиненный ущерб от лесных пожаров за 2019 год составляет около 20 млрд. рублей. Следует отметить, что такие последствия обусловлены не только площадью лесов, но и методами ведения лесного хозяйства. Поэтому существующие методы мониторинга лесных пожаров требуют срочной модернизации. Для быстрого обнаружения и ликвидации лесных пожаров в нашей стране внедряют методы мониторинга лесов с использованием ГИС технологий.

В результате проведения наземного и авиа-мониторинга оперативность обнаружения возникающих пожаров и принятия мер по их ликвидации, особенно на неохраемых территориях, постоянно снижается. И с внедрением современной системы мониторинга лесных пожаров на территории Псковской области ежегодные площади, охватываемые пожарами, незначительно уменьшились, а затраты на внедрение и обслуживание данной системы огромные.

В 1996 году была создана модель, позволяющая прогнозировать возникновение пожара в определенной точке в необходимый момент времени, которая позже уже стала называться геоинформационная система [1].

Применительно для лесных пожаров геоинформационные системы представляют собой современную компьютерную технологию, используемую для картирования и анализа уже произошедших лесных пожаров [2].

Целью проведенного исследования является снижение количества пожаров и защита окружающей среды посредством модернизации существующей системы мониторинга, обнаружения и ликвидации лесных пожаров на примере Псковской области.

Существующая система мониторинга лесных пожаров на территории Псковской области была создана на программной основе «Лесохранитель» и представляет собой сеть камер видеонаблюдения, установленных на вышки сотовой связи и ведущих круглосуточный видеомониторинг территории [3]. При возникновении возгорания информация о местоположении объекта передается на пульт охраны, а далее в лесничества и на ПХС (пожарно-химические станции).

Система видеомониторинга лесных пожаров «Лесохранитель» должна производить сбор информации со всех возможных систем мониторинга лесных пожаров, а именно: информации о спутниковой съемке, данных ежедневного дистанционного зондирования территории, авиапатрулировании, наземном патрулировании, а также всегда иметь самую актуальную сводку метеоусловий. И далее информация с этих серверов будет объединяться в облаке, чтобы к ней имелся непосредственный доступ выбранной нами ГИС. Таким образом, разработанная система сможет проводить как видеомониторинг лесных пожаров, так и производить моделирование возникающих лесных пожаров [4]. Вышеназванная система предложена к использованию на программной основе QGIS 3.10, также возможно использование других версий программы. Выбор именно данного программного пакета обусловлен тем, что используемое ПО является бесплатным, а также модель работы системы возможно корректировать.

Из-за недостаточно развитой сети вышек сотовой связи в Псковской области было предложено устанавливать камеры видеонаблюдения на высоковольтные ЛЭП. Для обеспечения оптимального радиуса обзора камер необходима установка и тепловизоров, так как они являются более чувствительными на малых высотах. В нашем случае лучше использовать тепловизор ПЕРГАМ РТР-300М, т.к. его работу можно настроить на любой диапазон температур.

Нами предложено производить питание камер и тепловизоров от солнечных батарей ЭВ-180 М номинальной мощностью 180 Вт с установкой дополнительного аккумулятора RITAR DG12-260. Проведенные расчеты по внедрению солнечных батарей показали, что реализация данной системы питания на существующих пунктах видеонаблюдения позволит отдавать значительное количество энергии для питания вышек сотовой связи, а также других линейных объектов. Тем самым нам удалось снизить затраты на ежегодное обслуживание пунктов видеонаблюдения на 10-15 %.

В итоге с использованием ГИС, а именно программы QGIS 3.10, мы можем модернизировать существующую систему мониторинга лесных пожаров на территории Псковской области в плане расширения возможностей системы мониторинга лесных пожаров. Причем усовершенствование данной системы базируется на современных технологиях, которые будут актуальны еще долгое время, и не потребует внушительных капиталовложений.

#### Литература

1. Некрасова, Н.М. Работа системы мониторинга и прогнозирования ЧС в пожароопасный период [Текст] // Некрасова, Н.М. Круглый стол. 17 сентября 2015 г. Доклады и выступления. – М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России, 2015. 397 с. – С. 263-268.
2. Доррер, Г.А., Коморовский, В.С., и др. ГИС-ориентированная система поддержки принятия решений по тушению природных [Электронный ресурс] // Доррер, Г.А., Коморовский, В.С., и др. Материалы всероссийской научно-практической конференции. г. Железногорск, 14 июня 2013 года – Железногорск, 2013. – 192 с.- С. 158-162.
3. Система мониторинга «Лесохранитель» [Электронный ресурс] // Архитектура системы – Режим доступа: <https://lesohranitel.ru/how-buy/>
4. Багманов, В.Х., Митакович, С.А., и др., Системы наземного мониторинга на базе GIS. [Электронный ресурс] // Багманов, В.Х., Митакович, С.А., и др., ArcReview 2010, №3 (54).

#### **Using GIS technologies to modernize the existing system for monitoring forest fires in the Pskov region**

**Rogolev A. I., Banar S. A.**

*ITMO University, Saint-Petersburg, Russia,  
rogolev.alexei@yandex.ru*

Abstract. The study is aimed at upgrading the forest fire detection system based on the existing monitoring system "Lesohranitel", but using GIS technologies, and also suggests ways to reduce the cost of further maintenance of equipment.

Key words: forest fire, geographic information system, camera with a thermal imager.

## **Применение беспилотных летательных аппаратов в предупреждении техногенных катастроф и мониторинге их последствий**

**Сашенко К.О., Миклуш В.А., Краева Е.В.**

*Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт-Петербург, Россия,  
s.katy12@yandex.ru, miklush-v@yandex.ru, kate.smitt.by@mail.ru*

**Аннотация:** В данной статье обозначается проблема возможности качественного мониторинга последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Дается краткая характеристика техногенного общества, техногенной безопасности, чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Обосновывается необходимость использования беспилотных летательных аппаратов для предупреждения чрезвычайных ситуаций и мониторинга их последствий.

**Ключевые слова:** техногенная безопасность, чрезвычайная ситуация техногенного характера, беспилотные летательные аппараты

Уже много лет назад практически весь мир вступил в эпоху индустриального и постиндустриального общества, тем самым создав урбанизированную среду – техносферу, влияющую на биосферу и общество, это повлекло возникновение проблемы обеспечения техногенной безопасности.

Техногенная безопасность представляет собой защищенность жизненно важных интересов людей, объектов экономики от воздействий и последствий чрезвычайного характера, например, аварий с выбросом радиоактивных, химически или биологически опасных веществ, транспортные аварии, обрушения зданий, гидродинамические аварии и другие [1]. Подобные чрезвычайные ситуации связаны, как правило, с износом производственных фондов, низким качеством оборудования, близостью к населенным пунктам.

В ходе исследования рассматривалась актуальность использования беспилотных летательных аппаратов в целях предупреждения техногенных катастроф и мониторинга их последствий. Было выявлено, что данные системы активно используются в Российской Федерации службами МЧС [2]. В первую очередь это связано с возможностью заменить пилотируемую технику в ходе выполнения заданий, связанных с риском для жизни их экипажей и возможной потери самих летательных аппаратов.

К основным задачам, решаемым с помощью беспилотных летательных аппаратов, относятся: поиск объектов на заданной территории, определение точных координат поиска и границ района ЧС, мониторинг района катастрофы, информационное сопровождение и наведение на объекты мобильных поисковых групп, фотосъемка, запись видео.

К преимуществам беспилотных летательных аппаратов можно отнести: возможность применения в широком диапазоне физико-географических условий, работа в любое время суток и при неблагоприятном воздействии факторов ЧС, автономность работы с возможной коррекцией, возможность передавать информацию в режиме реального времени.

Можно сделать вывод, что беспилотные летательные аппараты действительно имеют большой успех в операциях по предотвращению чрезвычайных ситуаций и мониторингу последствий в качестве средства, позволяющего провести быструю проверку труднодоступной местности и передать информацию в управляющие органы [3].

### Литература

1. Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности. Учебник / В.Н. Коханов, Л.Д. Емельянова, П.А. Некрасов. - М.: ИНФРА-М, 2016. - 400 с.
2. Воропаев Н.П. Применение беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС России [Электронный ресурс] <http://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V64/3.pdf>
3. Дроны на службе безопасности (security drones): возможности и преимущества [Электронный ресурс] <https://terradrone.ru/blog/drony-na-sluzhbe-bezopasnosti-security-drones-vozmozhnosti-i-preimushchestva/>.

### **The use of drones in preventing man-caused emergency and monitoring their consequences**

**Sashenko K.O., Miklush V.A., Kraeva E.V.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, s.katy12@yandex.ru, miklush-v@yandex.ru, kate.smitt.by@mail.ru*

**Abstract:** This article describes the problem of the qualitative monitoring possibility of man-caused emergency consequences. A brief description of the technogenic society, technogenic safety, a man-caused emergency is given. The need for use of unmanned aerial vehicles to prevent emergencies and monitor their consequences is justified.

**Keywords:** technogenic safety, man-caused emergency, unmanned aerial vehicle.

## Воздействие световых нагрузок на экологию человека

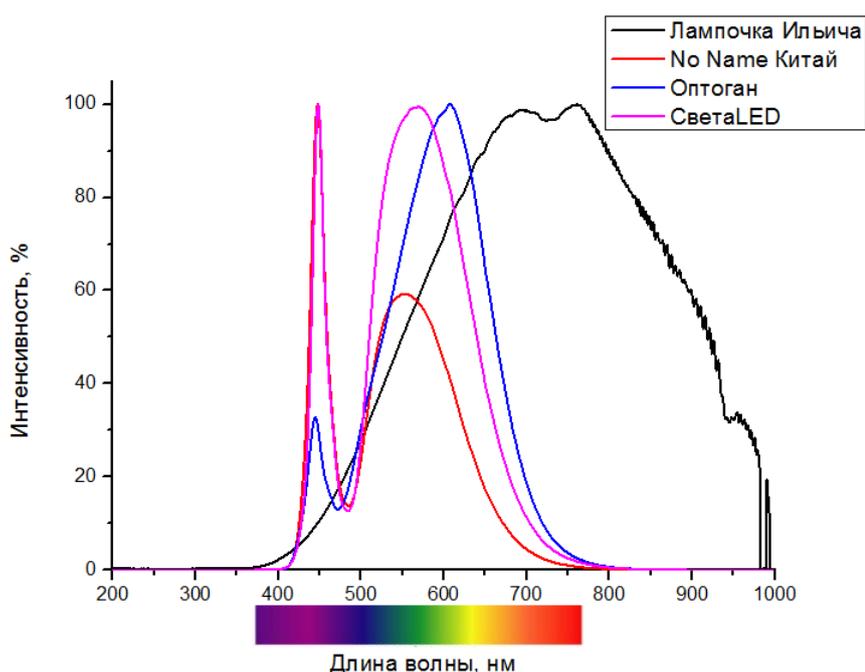
Скобликова А.Л.<sup>1</sup>, Дьяченко Н.В.<sup>1</sup>,  
 Яковлева Т.Ю.<sup>1</sup>, Михтеева Е.Ю.<sup>1</sup>, Потапова И.А.<sup>1</sup>,  
 Хлябич П.П.<sup>1</sup>, Косцов В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия,  
 skoblikova@inbox.ru

**Аннотация:** В работе рассмотрены физические причины негативного воздействия светодиодного излучения, применяемого в осветительных приборах и экранах смартфонов, на здоровье человека.

**Ключевые слова:** светодиод, излучение, широтно-импульсная модуляция, мелонин

В последние годы с развитием инновационных технологий российский рынок наполнился всевозможными видами светодиодных источников света. Рекламодатели заявляют о небывалых энергетических показателях, рабочем ресурсе в несколько десятков лет и мощном световом потоке этих устройств. Кроме применения в обычных целях освещения светодиоды применяются и для освещения экранов телефонов, смартфонов, компьютеров. Современный человек большую часть дня (а иногда и ночи) проводит в непосредственном контакте с этими устройствами. Более того, молодежь и школьники интенсивно эксплуатируют технику со светодиодной подсветкой, а, значит, подвергаются ее воздействию уже с раннего возраста. Несколько лет использования светодиодных



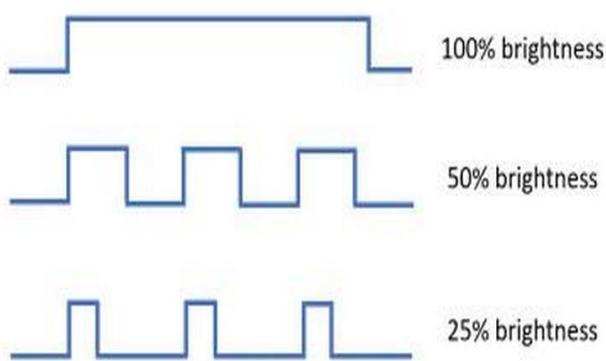
ламп позволило ученым сделать первые выводы об их истинной эффективности и безопасности. Светодиод создает излучение при рекомбинации в полупроводниках электронов и дырок, благодаря чему излучается фотон света. Частоту излучения определяет химический состав полупроводников. На рисунке 1 представлен типичный спектр излучения светодиода, на котором видно, что большая часть излучения приходится на синюю область спектра (400-500 нм).

В настоящее время повреждающее воздействие синего света на фоторецепторы и пигментный эпителий сетчатки

доказано [1]. Синий свет вызывает фотохимическую реакцию с выделением свободных радикалов, которые оказывают повреждающее воздействие на фоторецепторы – колбочки и палочки. Образующиеся вследствие фотохимической реакции продукты метаболизма не могут быть нормально утилизированы эпителием сетчатки, накапливаются и вызывают её дегенерацию. В настоящее время не существует такого кристалла, который бы излучал белый свет, однако получить белый свет все же возможно. Для этого применяют либо многокристальные светодиоды, имеющие в своём составе три полупроводниковых излучателя красного, зелёного и синего свечения, объединённые в одном корпусе, либо более перспективные люминофорные светодиоды, создаваемые на основе УФ или синего светодиода, имеющие в своём составе слой специального люминофора, преобразующего в результате фотолюминесценции часть излучения светодиода в свет в относительно широкой (и меньшей

по интенсивности по сравнению с синей) спектральной полосе с максимумом в области жёлтого света. Комбинация этих двух полос излучения и даёт «белый» цвет излучения люминофорного светодиода. Наиболее близок к солнечному свету белый свет, полученный в светодиодах с цветовой температурой 2700-3000 К. Более высокая температура дает более «холодный» свет, содержащий синюю компоненту, особенно вредную для глаз детей и подростков, структура глаз которых находится в стадии развития.

Вторая проблема связана с использованием светодиодной подсветки экранов телефонов и компьютеров. Матрица в экране телефона имеет сложную структуру, но, в конечном счете, работает по принципу подсвечивания определенных светодиодов, которые и создают картинку на экране. Для работы этим диодам нужна своя определенная мощность, которую не так просто изменить. Для того, чтобы уменьшить подачу мощности на диод, тем самым уменьшив яркость экрана, недостаточно просто передвинуть «ползунок» яркости на смартфоне. Производители применяют технологию широтно-импульсной модуляции, - не уменьшают мощность, подаваемую на диод, а переводят его в режим «мерцания», т.е. каждый диод начинает быстро включаться-выключаться. Процесс очень быстрый и незаметен пользователю. В этом процессе меняется не яркость светодиода, а диапазон между включением и выключением диода. На рисунке 2 [2] показаны примерные уровни ослабления яркости при увеличении задержки между



вспышками светодиода. Доказано, что мерцания с частотой 8-300 Гц отрицательно влияют на нервную систему. Как видимые, так и невидимые пульсации проникают через органы зрения в головной мозг и способствуют ухудшению здоровья.

Способ улучшения работы заключается в уменьшении подаваемого напряжения на светодиоды при сохранении ширины импульса, «мерцания» нет, яркость уменьшена. Однако при этом возрастает потребление энергии смартфоном, т.к. работают одновременно все светодиоды.

Рисунок 2 – Ослабление яркости при импульсной работе светодиодов

### Литература

1. Островский М.А. Молекулярные механизмы повреждающего действия света на структуры глаза и системы защиты от такого повреждения // Успехи биологической химии. – 2005. – Т. 45. – С. 173-204
2. Интернет-ресурс - [icvstech.com](http://icvstech.com).

## **The effect of light stress on human ecology**

**Skoblikova A.L.<sup>1</sup>, Dyachenko N.V.<sup>1</sup>,  
Yakovleva T.Yu.<sup>1</sup>, Mikhteeva E.Yu.<sup>1</sup>, Potapova I.A.<sup>1</sup>, Khlyabich P.P.<sup>1</sup>, Kostsov V.V.<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup> - *RSHU, Saint Petersburg, Russia,*  
*skoblikova@inbox.ru*

Abstract. The paper considers the physical reasons for the negative impact of led radiation used in lighting devices and smartphone screens on human health.

Key words: led, radiation, pulse width modulation, melonin.

## Анализ динамики потерь нефтепродуктов от больших дыханий в течение 2018 года на примере Республики Башкортостан

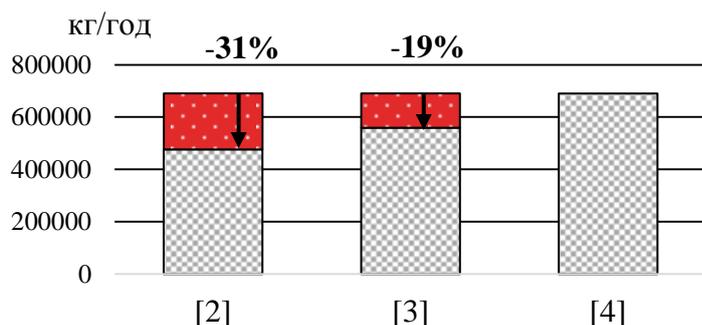
Тараканов Дм.А., Елизарьев А.Н., Тараканов Д.А.

ФГБОУ ВО «Авиационный государственный технический университет», Уфа, Республика Башкортостан, Россия, e-mail: tarakanovdima11@gmail.com

Аннотация: в работе выполнен сравнительный анализ методических подходов для количественной оценки потерь нефтепродуктов, анализ температуры и атмосферного давления, выполнен расчёт больших дыханий на всей территории Республик Башкортостан.

Ключевые слова: большие дыхания, потери нефтепродуктов, температурный режим, сезонные изменения, пожаровзрывоопасные ситуации, загрязнение окружающей среды.

Проблема потерь нефти в современном мире весьма актуальна. Наибольшая величина потерь наблюдается при хранении в резервуарных парках, при этом более половины от всех потерь в резервуаре приходится на большие дыхания. Данный вид потерь представляет собой выброс паровоздушной смеси в окружающую среду, которая приводит к постоянному ухудшению экологического состояния территории объекта хранения, к значительным экономическим убыткам, а также несёт риск возникновения пожаровзрывоопасных ситуаций при наличии источника зажигания.



Величина больших дыханий, как правило, зависит от множества факторов, основными из которых являются климатические условия, свойства хранимых нефтепродуктов и конструкция резервуара. Климатические условия относятся к неконтролируемому человеком параметру. В течение года они существенно изменяются, в связи с чем требуется оценка влияния, которое оказывают сезонные изменения климатических условий на динамику больших

Рисунок 1 – Сравнительный анализ результатов расчётов объёмов потерь от больших дыханий по методикам [2,3,4].

дыханий.

Для количественной оценки больших дыханий отсутствует единая методологическая база, в связи с чем требуется выполнить сравнительный анализ наиболее используемых методик, результаты которого позволят выбрать наиболее подходящую методику для выполнения поставленной задачи (рис. 1). За эталон взята методика [4] (наибольшее количество вводимых параметров).

Сравнительный анализ, представленный на рис. 1, показал, что результаты расчётов объёмов потерь от больших дыханий по трём методикам имеют значительную разницу. Это напрямую связано с количеством параметров, вводимых при расчётах по каждой методике. Потери, рассчитанные по методике [2], отличаются от основного более чем на 30%, ввиду чего дальнейшее использование для анализа динамики объёмов испарений нефти от больших дыханий нецелесообразно. Наиболее подходящей методикой для выполнения поставленной задачи послужит методика [4], в которой для расчётов используется максимальная и минимальная температуры за сутки, что при анализе динамики количества потерь играет ключевую роль.

Для исследования влияния сезонных изменений климатических условий выбрана Республика Башкортостан. Используя данные с четырёх пунктов наблюдения (Янаул, Уфа, Дубан,

Зилаир) за 2018 год по температурному режиму и атмосферному давлению (табл. 1), произведен расчёт величины больших дыханий для каждого пункта наблюдения в каждый сезон (рис. 2).

Таблица 1

| Метеостанция<br>(Индекс) | Зимний период                    |                              | Весенний период                  |                              | Летний период                    |                              | Осенний период                   |                              |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
|                          | $t_{\text{ср.}}, ^\circ\text{C}$ | $P_{\text{ср.}}, \text{кПа}$ |
| Янаул (28419)            | -11,8                            | 101,6                        | 1,1                              | 100,3                        | 17,1                             | 100,03                       | 4,1                              | 100,7                        |
| Дуван (28722)            | -12,6                            | 98,6                         | 0,9                              | 97,4                         | 16,0                             | 97,2                         | 2,8                              | 97,8                         |
| Уфа (28722)              | -11,4                            | 101,6                        | 2,3                              | 100,3                        | 18,3                             | 99,9                         | 4,5                              | 100,7                        |
| Зилаир (35026)           | -13,5                            | 96,5                         | 1,8                              | 95,4                         | 17,1                             | 95,2                         | 3,0                              | 95,9                         |

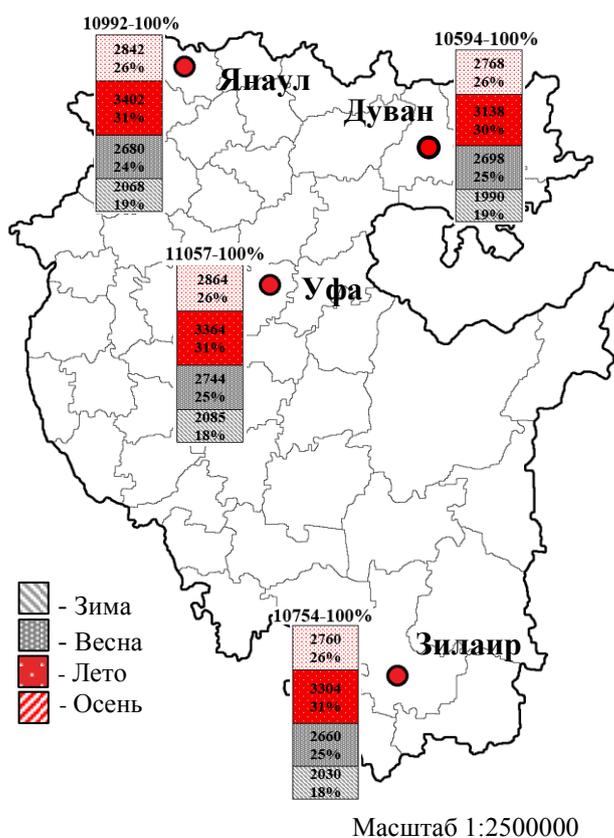


Рисунок 2 – Величина больших дыханий (в кг) в рассматриваемых районах в различные временные периоды

Из рис. 2 видно, что объёмы больших дыханий в течение года существенно изменяются. Наибольшие потери от больших дыханий наблюдаются в летний период (более 3000 кг за одно дыхание). Значения потерь в весенний и осенний периоды существенной разницы не имеют. В целом объёмы потерь нефтепродуктов от больших дыханий на территории рассматриваемых районов для одинаковых временных периодов имеют сходные значения, что говорит о единой динамике изменения в течение года на всей территории Республики Башкортостан.

Задача данной работы – анализ динамики испарений нефти от больших дыханий резервуаров в течение года, при выполнении которого был выполнен расчёт величины больших дыханий в зимний, весенний, летний и осенний климатические периоды для четырёх районов. Результаты расчёта показали, что на всей территории Республики сохраняется единая тенденция

изменения объёмов больших дыханий в течение года. В летний период величина потерь имеет наибольшее значение, что повышает риск возникновения взрывопожароопасных ситуаций, а также ведёт к существенным экономическим убыткам.

### Литература

1. Анализ методических подходов к оценке пожарной опасности резервуарных парков при «больших дыханиях» / А. Н. Елизарьев, Дм. А. Тараканов, Д. А. Тараканов, В. М. Гапонов и др. // Успехи современного естествознания. – 2018. - №7. – С. 116-120.
2. API Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 19 - Evaporative-loss Measurement, Section 1 - Evaporative Loss from Fixed-Roof Tanks, Third Edition, March, 2002.
3. VDI 3479: Emissionsminderung. Raffinerieferne Mineralöltanklager, 2010.
4. Тугунов П. И. и др. Типовые расчёты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: Учеб. пособие для вузов / П. И. Тугунов, В. Ф. Новосёлов, А. А. Коршак, А. М. Шаммазов, под ред. А. А. Коршака. 3-е изд., испр. — Уфа: Дизайн ПолиграфСервис, 2008.— 658 с.
5. Елизарьев А. Н. Оценка пожарной опасности резервуарных парков при «Больших дыханиях» // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2018. – Т. 1. – С. 642–644.

### **Influence of seasonal changes on losses at oil tanks filling (on example of the Republic of Bashkortostan)**

**Tarakanov Dm.A., Elizarev A.H., Tarakanov D.A.**

*FSBEI HE «USATU» «Aviation state technical University», Ufa, Republic Of Bashkortostan, Russia, e-mail: tarakanovdimall@gmail.com*

Abstract: the paper presents a comparative analysis of methodological approaches for quantitative assessment of oil product losses, analysis of temperature and atmospheric pressure, and calculation of large breaths throughout the Republic of Bashkortostan.

Keywords: high temperatures, losses of petroleum products, temperature conditions, seasonal changes, explosion and fire situations, environmental pollution.

## Разработка рекомендаций по уменьшению биогенного и органического загрязнения реки Новая (Санкт-Петербург)

Терехов А.В.<sup>1\*</sup>, Обломкова Н.С.<sup>2</sup>, Игнатьева Н.В.<sup>1</sup>, Кондратьев С.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт озераведения Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup> – *Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства, Санкт-Петербург, Россия*

\* – *e-mail: antonvterekhov@gmail.com*

Аннотация. Проведён анализ источников биогенного и органического загрязнения реки Новой (Санкт-Петербург). Выполнен расчёт современного и прогнозного, при внедрении НДТ, выноса фосфора и азота с водосбора. Сформулированы рекомендации по улучшению экологического состояния реки.

Ключевые слова: биогенная нагрузка, органическое загрязнение

Настоящее исследование направлено на выявление основных источников загрязнения реки Новая, расположенной в Кировском районе Санкт-Петербурга, и разработку рекомендаций по улучшению ситуации в этой водной системе. Причиной служит сложившееся в последние годы неблагоприятное экологическое состояние реки, вызывающее жалобы населения в муниципальные и природоохранные организации Санкт-Петербурга.

В результате гидрохимического анализа установлено, что для водной системы реки Новой характерны чрезвычайно высокие концентрации биогенных элементов, в первую очередь, фосфора. Причиной прежде всего является сельскохозяйственная деятельность животноводческого предприятия, расположенного в деревне Старо-Паново. Отмечена также высокая загруженность системы органическим веществом, в том числе, легкоокисляемым, при этом аэрация водной массы крайне низкая, что существенно снижает скорость протекания деструкционных процессов. Для всей водной системы характерно постоянное превышение нормативов по содержанию нефтепродуктов и фенолов, основной причиной которого является движение автотранспорта.

В соответствии с критериями оценки степени химического загрязнения поверхностных вод [1] экологическая ситуация на водной системе реки Новой оценена как чрезвычайная, а на некоторых ее участках по ряду параметров как зона экологического бедствия.

Для анализа сельскохозяйственной деятельности в границах водосбора был выполнен расчет среднегодового выноса азота и фосфора с сельскохозяйственных угодий. Расчеты проводились по методике, изложенной в работах [2, 3] и включали в себя такие факторы как содержание азота и фосфора в почве, а также в составе минеральных удобрений, коэффициенты их эмиссии; удалённость угодий от водных объектов; тип и механический состав почв; структура сельхозугодий и т. п. Результаты расчетов нагрузки валовыми формами азота и фосфора на водные объекты верхней полевой части изучаемого водосбора представлены в Табл. 1. Средняя концентрация фосфора в дренажных водах, стекающих с этой части водосбора, будет равна 414 мг/м<sup>3</sup>, что более чем в десять раз превосходит границу перехода водной массы в эвтрофное состояние и в четыре раза выше границы гиперэвтрофии.

Таким образом, основная экологическая проблема водной системы реки Новой в настоящее время – это биогенное и органическое загрязнение, возникающее из-за интенсивной сельскохозяйственной деятельности на водосборе. Огромное количество биогенных и органических веществ, поступая в гидрографическую сеть, функционирующую в условиях низкой проточности, усугубляет тем самым развитие негативных процессов в экосистеме.

Таблица 1 – Результаты расчёта биогенной нагрузки на верхней части водосбора реки Новой

|        | Современное поступление, кг/год | Прогнозное поступление (при внедрении НДТ), кг/год |
|--------|---------------------------------|--|
| Азот   | 10 096,2                        | 7249,3   |
| Фосфор | 529,1                           | 480,7  |

На основе анализа полученных результатов были сформулированы следующие рекомендации по улучшению экологического состояния реки Новой:

1. оптимизация сельскохозяйственного производства путём внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) ведения сельского хозяйства;
2. удаление из воды и донных отложений загрязняющих веществ посредством осеннего выкашивания макрофитов;
3. организация прибрежной защитной полосы, препятствующей попаданию загрязнений с водосбора непосредственно в реку;
4. возвращение стока с верховий водосбора реки в прежнее русло. В настоящее время этот сток отведен в реку Дудергофку через Дудергофский ручей.

#### Литература

1. Методика «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», утверждены Минприроды РФ 30 ноября 1992 г.

2. Брюханов А.Ю., Кондратьев С.А., Васильев Э.В., Минакова Е.А., Терехов А.В., Обломкова Н.С. Оценка сельскохозяйственной биогенной нагрузки, сформированной на речных водосборах бассейна Куйбышевского водохранилища - Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства, 2018, 3 (96), с. 175-186.

3. Кондратьев С.А., Шмакова М.В. Математическое моделирование массопереноса в системе водосбор – водоток - водоем. – СПб.: Нестор-История, 2019. 246 С.

### **Development of a guideline on mitigation of nutrient and organic pollution for river Novaya (Saint Petersburg)**

**A. Terekhov<sup>1</sup>, N. Oblomkova<sup>2</sup>, N. Ignatyeva<sup>1</sup>, S. Kondratyev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Institute of Limnology Russian academy of sciences, Saint Petersburg, Russia*

<sup>2</sup> – *Institute for engineering and environmental problems in agricultural production, Saint Petersburg, Russia*

Abstract. The analysis of sources of nutrient and organic pollution of river Novaya (Saint Petersburg) was made. Amounts of phosphorus and nitrogen, arriving from watershed, were computed. Guidelines on mitigation of environmental distress are proposed.

Key words: nutrient load, organic pollution

## Методика проведения анализа возможной зоны затопления на основе спутниковой информации и специализированных интернет ресурсов

Тимочкина Т.В.<sup>1</sup>, Татарникова Т.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, timo4kina.tanya@ya.ru  
tm-tatarn@yandex.ru*

Аннотация. Эффективная система раннего предупреждения о цунами использует информацию, собранную в рамках процедуры оценки рисков, для выявления наиболее уязвимых групп и их местонахождения. Цель состоит в том, чтобы обеспечить своевременное поступление предупреждений для успешной эвакуации в безопасные районы.

Ключевые слова: ГИС-технологии, цунами, системы оповещения, информационные системы, геопространственные данные.

В целях снижения риска наводнений создаются специальные карты опасности наводнений, которые являются полезными инструментами для определения районов, подверженных затоплению. Карты риска наводнений, составленные с учетом угрозы затопления и его последствий, может использоваться для поддержки лиц, принимающих решения, а также подразделений быстрого реагирования на чрезвычайные ситуации при разработке стратегий по смягчению последствий цунами. Карта наводнений содержит информацию о пространственных и временных параметрах физического воздействия морской воды после выхода цунами на сушу [1]. Выход, обычно основанный на компьютерном моделировании, представляет собой карту затопления.

Методологии проведения оценки рисков могут быть классифицированы на количественные и качественные [2]. Количественные методы способны обеспечить очень хорошие результаты, но они часто требуют больше данных и подробной морфологической информации вместе с продвинутыми численными моделями [3]. Качественные и/или полуквантитативные подходы относительно проще для реализации в ГИС и являются более гибкими для обработки разнородных данных в зависимости от их доступности [4].

Используя ГИС-технологии и приложения для смартфонов, карта наводнений может быть построена таким образом, чтобы показать слои информации, относящиеся к двум или более возможным сценариям цунами.

Используя результаты работы по составлению карт затопления и местных опасностей, тем, кто проводит оценку уязвимости, и руководителям чрезвычайных ситуаций необходимо будет создать базу данных об имеющихся активах общин (инфраструктуры, зданий и сооружений) которая затем может быть использована для составления карты активов.

Карта активов - это геопространственная инвентаризация сообщества как внутри зоны затопления, так и рядом с ней. Она показывает распределение и стоимость физических, экономических и экологических активов, например различных типов зданий, общественных центров, коммунальных служб, транспортной инфраструктуры и пляжей. Она также обеспечивает основу для представления людей и их дневных-ночных и сезонных изменений, например, связывая здания с жильцами или пляжи с отдыхающими. Карта активов и ее база данных содержат информацию о внутренней восприимчивости различных активов (например, пожилых людей, надежности зданий), а для активов - их денежную стоимость в случае утраты или повреждения.

Обзор важнейших проблем, которые препятствуют эффективному и своевременному функционированию систем раннего предупреждения, позволил выявить шесть важнейших проблем [5]:

- внедрение технически ориентированных систем раннего предупреждения без учета понятий уязвимых групп и оценки рисков;
- недостатки в мониторинге и прогнозировании потенциально катастрофических событий;

- слабые места в понимании того, что цунами происходят в виде серии волн – последняя волна может достичь прибрежной зоны через несколько часов после первой;
- слабые места в коммуникациях между региональными поставщиками услуг, отвечающими за мониторинг и прогнозирование цунами, и НТВЦ и отделениями реагирования на чрезвычайные ситуации на национальном и местном уровнях;
- слабые стороны в распространении предупреждений и обеспечении того, чтобы предупреждения доходили до уязвимых групп населения;
- слабые места в способности сообщества реагировать на предупреждение и потенциально катастрофическое событие.

Цель системы раннего предупреждения о цунами, состоит в том, чтобы люди в прибрежных районах знали о местных и отдаленных цунами, которые могут затронуть их или не затронуть. Системы раннего предупреждения спасут жизни людей. Эффективная, ориентированная на людей система раннего предупреждения о цунами достигается тогда, когда все люди в подверженных воздействию прибрежных общинах готовы и своевременно реагируют на получение предупреждения о цунами или признание того, что потенциально разрушительное цунами может приближаться.

### Литература

1. Ларионов В.И., Суцев С.П., Александров А.А. и др. Применение ГИС-технологий для повышения безопасности населения и территорий // Энциклопедия безопасности: строительство, промышленность, экология. Т. 1. Аварийный риск. Взрывные и ударные воздействия. М.: Наука, 2005. С. 119–153.
2. Татарникова Т.М. Анализ данных. Учеб. пособие. СПб.: СПбГЭУ, 2018. 82 с.
3. Александров А.А., Ларионов В.И., Суцев С.П. Единая методология анализа риска чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2015. № 1. С. 113–131.
4. Татарникова Т.М. Управление данными. Учеб. пособие. СПб.: СПбГУТ, 2006. 82 с.
5. Осипов В.И. Оценка природных рисков // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокиология. 2004. № 6. С. 483–490.

### **Methodology for analyzing a possible flood zone based on satellite information and specialized Internet resources**

**Timochkina T.V.<sup>1</sup>, Tatarnikova T.M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, timo4kina.tanya@ya.ru  
tm-tatarn@yandex.ru*

Abstract. An effective tsunami early warning system uses information gathered through the risk assessment process to identify the most vulnerable groups and their locations. The goal is to provide timely warnings for a successful evacuation to safe areas.

Key words: GIS technologies, tsunamis, warning systems, information systems, geospatial data

## Программа развития территориальной системы станций контроля загрязнения атмосферы

Шагидуллин А.Р.

*Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан,  
Казань, Россия, Artur.Shagidullin@tatar.ru*

Аннотация. Предложена методика планирования системы станций контроля загрязнения атмосферы. Определение приоритетности мест размещения станций и перечней веществ для контроля проводится на основе рассчитанных значений приземных концентраций загрязняющих веществ.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, контроль, станции мониторинга, сводные расчеты.

Контроль загрязнения атмосферного воздуха является одним из ключевых факторов обеспечения экологической безопасности населенных мест. В условиях промышленных городов организация системы станций контроля усложняется в связи с наличием большого количества специфических примесей в выбросах промышленных производств и неоднородностью пространственного распределения приземных концентраций.

Правила организации системы станций контроля загрязнения атмосферного воздуха и проведения наблюдений установлены в РД 52.04.186-89 [1]. Документ содержит порядок определения перечня примесей, подлежащих контролю в целом на территории населенного пункта. Порядок основан на параметре потребления воздуха, дающим весьма приближенную оценку возможности превышения той или иной примесью установленных гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха.

При этом, в соответствии с существующей системой нормирования выбросов вредных веществ в РФ является доступной детальная информация о проектных параметрах действующих или планируемых источников и компонентном составе их выбросов.

Предлагается метод определения перечня примесей, подлежащих первоочередному контролю, на основе сводного банка данных параметров источников выбросов, действующих на рассматриваемой территории, созданного в рамках ведения системы сводных расчетов [2-4]. Для этого формируется набор опорных расчетных точек, охватывающих территорию населенного пункта. С учетом целей проводимых расчетов предлагается формирование неперiodического набора расчетных точек, привязанных к местам размещения детских дошкольных учреждений, школ, а также к зонам повышенных требований к качеству атмосферного воздуха (лечебные учреждения длительного пребывания, зоны отдыха, открытые спортивные сооружения и т.д.). Для полученного набора расчетных точек проводится расчет максимальных разовых и среднегодовых приземных концентраций для всего перечня примесей, поступающих в атмосферу, в соответствии с [5]. Далее для определения первичного перечня компонентов, подлежащих контролю в целом на территории города, проводится ранжирование примесей по среднеарифметическим значениям для полученного ряда концентраций. Полученный на первом этапе обобщенный перечень используется для определения приоритетных мест размещения станций контроля.

В отношении выбора мест размещения станций контроля руководящий документ [1] содержит лишь требования к площадке размещения (отсутствие источников выбросов в непосредственной близости от поста, непылящая твердая поверхность, отсутствие ветровых теней зданий и крон деревьев). При этом, с учетом многокомпонентного состава выбросов промышленных предприятий и различий пространственной изменчивости концентраций разных примесей, обоснование координат расположения станций является нетривиальной задачей.

Для ее решения предлагается объединение совокупности показателей загрязнения атмосферы в виде единого показателя экологического риска. Расчет риска проводится по схеме:

$$R = 1 - \exp\left(-\sum P\right)$$

В качестве аргументов используются показатели вероятности обнаружения высоких концентраций примесей в каждом из выделенных секторов города, рассчитанные по формуле Байеса:

$$P(A/B) = \frac{P(B/A) P(A)}{P(B)}$$

В нашем случае гипотеза А: событие В (превышение порога концентрации какой-либо примесью) произойдет в пределах определенной территориальной зоны. Апостериорная вероятность  $P(A/B)$  – вероятность того, что концентрация какой-либо примеси превысит некоторый порог, и это превышение будет наблюдаться в указанной зоне.

Рассчитываются 1, 2 и 3-х кратные вероятности превышения порога концентрации (медиана ряда концентраций каждой примеси).

Для расчета значений риска по указанной выше схеме территория города разделяется на необходимое количество секторов. Расчеты показателя риска производятся на основе значений приземных концентраций в расчетных точках в пределах каждого сектора.

По итогам проведенных расчетов секторы, для которых были получены наибольшие значения показателя риска, определяются как наиболее приоритетные для размещения станций контроля загрязнения атмосферы.

На следующем шаге для каждого такого сектора по схеме, аналогичной описанной выше, повторяется процедура определения индивидуального (для данного сектора) приоритетного перечня веществ для проведения контроля.

Предлагаемая методика апробирована на примере территории трех промышленных центров, расположенных в Республике Татарстан (гг. Казань, Набережные Челны, Нижнекамск), с использованием системы сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха [2-4].

#### Литература

1. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М., 1991. – 556 с.
2. Ведение системы расчетного мониторинга за состоянием атмосферного воздуха для выявления источников загрязнения, деятельность которых является причиной повышенной загазованности атмосферного воздуха в городе Казани. Отчет по ГК № 18 МЭ-24с от 31.08.2018 г. Казань: ИПЭН АН РТ, 2018. – 249 с.
3. Ведение системы расчетного мониторинга за состоянием атмосферного воздуха для выявления источников загрязнения, деятельность которых является причиной повышенной загазованности атмосферного воздуха в городе Нижнекамске. Отчет по ГК № 18 МЭ-25с от 31.08.2018 г. Казань: ИПЭН АН РТ, 2018. – 174с.
4. Завершение разработки сводного тома предельно допустимых выбросов в атмосферу г. Набережные Челны для внедрения по городу системы определения расчетного фонового загрязнения. Отчет по ГК №14 МЭ-8с от 25.03.2014 г. Казань: ИПЭН АН РТ, 2014. – 218 с.
5. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (утверждены приказом Минприроды РФ от 06.06.2017 №273). - СПб, 2018. – 156 с.

## **The program for the development of air pollution control stations system**

**Shagidullin A.R.**

*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences,  
Kazan, Russia, Artur.Shagidullin@tatar.ru*

Abstract. The method for planning a system of air pollution control stations is proposed. Determination of the priority of the locations of the stations and the lists of substances for control is carried out on the basis of the calculated values of the ground level concentrations of pollutants.

Key words: air pollution, control, monitoring stations, summary calculations.

## Комплексный анализ гидросферы поймы реки

Шадрина Т.М., Миклуш В.А., Краева Е.В.

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия,  
tanya1498@mail.ru, miklush-v@yandex.ru, kate.smitt.by@mail.ru*

Аннотация. В статье описана разработка датчика экомониторинга уровня загрязненности воды. Описана система взаимосвязанных датчиков, которая позволяет оценить уровень загрязнения, а также вовремя увидеть разлив вредных примесей.

Ключевые слова: экомониторинг; загрязнение гидросферы, датчик загрязненности воды.

В настоящее время наблюдается стабильно высокий уровень загрязнения гидросферы. Пойма — часть речной долины, находящаяся выше русла и затопляемая в половодье или во время паводков. Данная часть в засушливое время является частью суши, обильно населенной животным миром, а в период разлива реки является частью гидросферы. Именно поэтому наблюдение за составом воды в пойме реки является актуальным как для животного и растительного мира реки, так и для животных и растений суши данного региона. Именно в данном районе наиболее уместно своевременно выявлять загрязнение, его степень и принимать меры по его устранению [1].

Экологический мониторинг (экомониторинг) представляет собой комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды. Необходимо знать уровни ПДК (предельно допустимая концентрация) составляющих загрязняющих веществ, так как именно по ним можно оценить состояние гидросферы на данный момент и принять меры по повышению её качества.

Целью данного проекта является разработка системы взаимосвязанных датчиков, которая позволяет оценить уровень загрязнения воды.

Существует большое множество аппаратных возможностей оценки уровня загрязнения гидросферы: многопараметрические датчики, зонды для анализа качества воды, тестеры, датчики, измеряющие уровни определённых веществ. Необходимы недорогие и компактные приборы, которые помогут не только определить ПДК, но и отобразить полученную информацию в удобном интерфейсе [2].

Описана разработка датчика экомониторинга воды на основе одноплатного компьютера с ARM процессором. Описание процесса сборки прибора, а также программная настройка одноплатного компьютера [3].

При создании нескольких приборов экомониторинга возможно их объединение в единую сеть, для возможности комплексного анализа гидросферы поймы реки [4]. Для мониторинга уровня загрязнения в реальном времени реализован удалённый доступ к приборам.

В итоге проделанной работы имеем описание системы взаимосвязанных датчиков экомониторинга, которая собирает данные и с помощью веб-сервера позволяет пользователю зайти на станцию и посмотреть полученную информацию в настоящий момент времени. Предлагаемый экомонитор включает функцию веб-сервера, поэтому доступен с любого устройства, имеющего выход в Интернет.

### Литература

1. Как определить пойму реки. [Электронный ресурс]. URL: <https://oreke.ru/opredeleniya/pojma-reaki>. Приборы для экологического контроля, состава и свойств сточных вод [Электронный ресурс]. <https://vistaros.ru/stati/analizatory/pribory-dlya-ekologicheskogo-monitoringa.html>
2. Что такое ARM [Электронный ресурс]. 2013—2020. URL: <https://androidinsider.ru/polezno-znat/chto-takoe-arm.html>
3. Особенности загрязнения гидросферы Промышленными и бытовыми стоками. [Электронный ресурс]. 2003. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/heologia/2003/02/bugreeva.pdf>
4. Татарникова Т.М. Аналитико-статистическая модель оценки живучести сетей с

топологией mesh//Информационно-управляющие системы. 2017. № 1 (86). С. 17-22.

### **Comprehensive water analysis of a part of the river**

**Shadrina T.M., Miklush V.A., Kraeva E.V.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, tanya1498@mail.ru, miklush-v@yandex.ru, kate.smitt.by@mail.ru*

**Abstract:** The presentation describes the development of a sensor for eco-monitoring of the level of water pollution. A system of interconnected sensors is described, which makes it possible to assess the level of pollution, as well as to timely see the spill of harmful impurities.

**Key words:** eco-monitoring; pollution of the hydrosphere, sensor of water pollution.

## Вопросы экологической безопасности в проливе Карские ворота

Шаронов А. Ю.<sup>1</sup> Шметков В. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала  
С.О. Макарова», *Санкт-Петербург, Россия, e-mail: Andrey.Sharonov@mail.ru*

<sup>2</sup> – ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала  
С.О. Макарова», *Санкт-Петербург, Россия, e-mail: Arcmeteo@mail.ru*

Аннотация. Рассматривается проблема транспортировки углеводородного сырья танкерным флотом с месторождений нефти в шельфовой зоне Арктики с учётом физико-географических и гидрометеорологических условий.

Ключевые слова: Северный морской путь, экологическая безопасность, пролив, танкерная перевозка нефти, «ледовая река».

Значение Северного Ледовитого океана и огромного экономического пространства нашей страны, источника огромных запасов энергетических, минеральных, биологических, пищевых и целого ряда других ресурсов, которые могут активно эксплуатироваться всем мировым сообществом, и транспортной морской артерии севера России требует для всего мирового сообщества быть внимательным к вопросам экологической безопасности.

Важнейшей задачей освоения Арктической зоны России и обеспечения промышленной разработки нефтегазовых месторождений в Арктике является транспортировка добытого углеводородного сырья в море.

Существует два способа транспортировки углеводородов в Арктике:

- Морской (танкеры, газовозы); и
- Трубопроводный.

Применение танкеров для транспортировки нефти связано с повышенным риском возникновением аварий и разливом нефти. Особенно велика вероятность таких аварий в акватории Северного Морского пути, в проливах и, в частности, в проливе Карские Ворота.

С разрабатываемых в настоящее время в шельфовой зоне Арктической зоны России месторождений нефти и газа используются танкеры и газовозы ледового класса. В прибрежных районах Арктических морей России танкерные перевозки являются единственным способом доставки нефти из районов промысла на перерабатывающие предприятия и терминалы. Использование танкеров для транспортировки нефти связано с определённым риском возникновения аварий и разливами нефти.

Природа Арктики из-за специфических климатических и погодных условий, снижает возможность саморегуляции арктической среды в случае аварий морского транспорта.

Особенно опасным является возникновение таких чрезвычайных ситуаций в районах, где возможен только один вариант плавания, ограниченный фарватером – в проливах и устьевых судоходных участках рек. К таким районам относятся области сибирских рек и проливы в том числе и пролив Карские ворота.

В проливе Карские ворота вероятность аварий обусловлена возможным образованием «ледовой реки» - это поток дрейфующего морского льда (ледяного поля не менее 500 м) иногда со сжатием и со скоростью более 1 узла. Инструментально измеренные скорости такого дрейфа достигали 6 узлов. Преодолеть такой льда не всегда могут даже атомные ледоколы.

Очевидно, что в будущем эта роль учёта физико-географических и гидрометеорологических особенностей в проливах будет только возрастать, а вопросы экологической безопасности морей Северного Ледовитого океана будут приобретать всё большее значение в организации и логистике транспортных процессов.

### Литература

1. КОНСТИТУЦИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ - Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года. – 76 с.
2. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененная Протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ 73/78) (рус., англ.) (с изменениями на 26 сентября 1997 года).
3. НД N 2-030101-031 Руководство по применению положений Международного кодекса для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярного кодекса)
4. Руководство Российского морского регистра судоходства от 27 октября 2016 года №2-030101-031
5. Климатическая доктрина Российской Федерации - <http://cc.voeikovmgo.ru/ru/dokumenty>
6. Указ президента Российской Федерации «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 г.» - Москва, Кремль - 19 апреля 2017 г. № 176.

### **Environmental safety issues in the Karskie gate strait**

**Sharonov A.Y., Shmatkov V.A.**

*“Admiral Makarov SUMIS”*

Annotation. The problem of transportation of hydrocarbon raw materials by tanker fleet from oil fields in the shelf zone of the Arctic is considered, taking into account the physical, geographical and hydrometeorological conditions.

Key words: Northern Sea Route, environmental safety, strait, oil tanker transportation, “ice river”.

## Секция 5.

«ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ  
ПРАВОВОГО УРЕГУЛИРОВАНИЯ В ЭКОСФЕРЕ»**Эколого-экономические аспекты четвертого энергетического перехода****Авраменко А.А.<sup>1</sup>, Алиев Р.А.<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> – МГИМО МИД России, Москва, РФ,<sup>1</sup> - *job\_box2003@mail.ru*, <sup>2</sup> - *ecology@inno.mgimo.ru*

Аннотация. Решение проблемы изменения климата неразрывно связано с преобразованием мировой энергетической системы, трансформацией компаний нефтегазового комплекса в глобальные энергетические компании, развитием механизмов социально-ответственного финансирования.

Ключевые слова: социально-ответственные инвестиции, изменение климата, топливно-энергетический комплекс.

Мировая энергетическая система вошла в новый этап значительной трансформации, во многом обусловленный политикой декарбонизации, направленной на сокращение выбросов парниковых газов в рамках решения проблемы изменения климата. Ожидаемый четвертый энергетический переход сопровождается трансформацией компаний НГК в глобальные энергетические компании. Признаки данной трансформации: ориентация на производство и сбыт электроэнергии (т.е. приоритет производства и сбыта электроэнергии над тепловой энергией); ориентация на инновационные технические и технологические решения; диверсификация деятельности; диверсификация рынков сбыта; учет экологических, в т.ч. климатических рисков; ориентация на социально-экологическую ответственность при привлечении инвестиций; увеличение доли ВИЭ в энергобалансе компании; энергоэффективность; декарбонизация (в т.ч. с учетом концепции жизненного цикла продукции и услуги); децентрализация (распространение распределённой генерации, в т.ч. малой); диджитализация (использование интеллектуальных сетей; учет киберугроз и кибератак на энергетическую инфраструктуру).

Одним из ключевых факторов развития прогрессивной климатической стратегии глобальными энергетическими холдингами является наличие обширной группы инвесторов, обладающих значительными финансовыми средствами, но уделяющих пристальное внимание не только объему дивидендов, но и социально-экологической ответственности компании, а именно, соответствие ее бизнес-стратегии принципам ESG. Такая практика получила название социально-ответственного/ответственного/зеленого инвестирования (*socially responsible investing, SRI*).

В глобальном масштабе объем SRI инвестиций в 2018 году составил \$30.7 трлн США, что на 34% больше, чем в 2016 году. Во всех регионах мира, кроме Европы, доля SRI инвестиций выросла и достигла внушительной доли, варьируя от 18% в Японии до 63% в Австралии и Новой Зеландии. Бесспорно, устойчивое финансирование (SRI) – мощнейший тренд на мировом финансовом рынке. По объему инвестирования ключевыми регионами по-прежнему остаются Европа, США и Япония<sup>1</sup>.

В 2018 году в США инвесторы, применяющие в своем анализе принципы ESG, управляли активами на сумму \$12 трлн США, что на 38% больше чем в 2016 году. С 1995 года, когда активы SRI в США составляли \$639 млрд США, данный показатель вырос в 18 раз, а средний годовой

<sup>1</sup> Global Sustainable Investment Review. Retrieved from: [http://www.gsi-alliance.org/wp-content/uploads/2019/03/GSIR\\_Review2018.3.28.pdf](http://www.gsi-alliance.org/wp-content/uploads/2019/03/GSIR_Review2018.3.28.pdf) (accessed: 08.05.2020)

темпы прироста составил 13.6%. В контексте данной работы, примечательно, что по объему инвестиций, активы, направленные на решение проблемы «изменения климата» в соответствии с ESG, показали наибольший прирост: с 2016 по 2018 гг. объем инвестиций в них увеличился более, чем вдвое, составив \$3 трлн США на конец 2017 года<sup>2</sup>.

Для того, чтобы привлекать капитал инвесторов, помимо предоставления публичной отчетности по GRI, TCFD и CDP, компании заявляют о своей лидерской позиции в имплементации принципов ESG через участие в различных финансовых рейтингах аналитических агентств и фондовых бирж, оценивающих степень интегрированности принципов устойчивого развития в бизнес-процессы компании и прогрессивность ее климатической политики, а также позволяющих ранжировать компании по этим показателям. Например, это такие ESG рейтинги, как MSCI ESG Focus Indices, Sustainalytics, the Euronext Vigeo-Eiris 120 Indices, ISS-oekom, ECPI indices, FTSE4Good Index, Dow Jones Sustainability Indices и другие. Данные рейтинги появились в ответ на запрос SRI инвесторов и используются ими наряду с кредитными рейтингами, для получения объективной оценки эффективности управления компании своими корпоративными (управленческими), экологическими и социальными рисками и ее устойчивости в долгосрочном периоде.

Регулярно высокие позиции в ESG рейтинге и улучшение позиции из года в год могут привести к росту стоимости акций компании, защитить от рыночной волатильности и секторальных шоков. Анализ лучших практик компаний Enel, Total и BP показывает, что все три указанные компании стремятся стать углеродно-нейтральными к 2050 году или ранее, в рамках стратегии снижения выбросов парниковых газов. Данные компании уделяют большое значение ВИЭ, природному газу и биотопливу. Enel, Total и BP стремятся не только занять свое место на рынке предложения низкоуглеродного электричества, но и на рынке спроса, развивая технологии электромобилей, электрозаправок и полезных платформ для потребителей; учитывают цену на углеродные выбросы при расчете инвестиционной привлекательности своих проектов. Все три компании отчитываются перед инвесторами, следуя требованиям GRI, CDP, TCFD, а также участвуют в различных отраслевых объединениях, цель которых продвижение лучших климатических практик, лоббирование климатических интересов на международной арене, а также развитие новых низкоуглеродных технологий.

В настоящее время формируется сознание того, что будущее энергетического сектора за глобальными энергетическими холдингами, объединяющих различные производства энергии и электроэнергии с помощью низкоуглеродных технологий. Переход к низкоуглеродной экономике и учет климатических рисков являются мощным стимулом к поиску новых подходов к развитию ТЭК.

### Литература

1. Алиев Р.А.О., Захарчева К.С. Изменения в соотношении генерирующих мощностей в странах мира: от ископаемого топлива к альтернативной энергетике // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2017. №2. С. 8 -17
2. Алиев Р.А.О., Захарчева К.С. Предпосылки и сравнительный анализ развития возобновляемых источников энергии нефтегазодобывающими компаниями // Вестник евразийской науки. 2018. Т. 10. №3

<sup>2</sup> Report on US Sustainable, Responsible and Impact Investing Trends 2018. Retrieved from: <https://www.ussif.org/files/Trends/Trends%202018%20executive%20summary%20FINAL.pdf> (accessed 20.03.2020)

## **Environmental and economic aspects of the fourth energy transition**

**A.A. Avramenko<sup>1</sup>, R.A. Aliev<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> - MGIMO-University, Moscow, Russia,

<sup>1</sup> *job\_box2003@mail.ru*, <sup>2</sup> *ecology@inno.mgimo.ru*

Abstract. Solving the problem of climate change is inextricably linked with the transformation of the world energy system, the transformation of oil and gas companies into global energy companies, and the development of mechanisms for socially responsible financing.

Key words: socially responsible investing, climate change, fuel and energy complex.

## **К вопросу о введении энергетической утилизации в РФ**

**Акимова К.С.<sup>1</sup>, Афанасьев Д.А.<sup>2</sup>.**

*1– Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация, kseniaakimova931@gmail.com*

*2– Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

**Аннотация:** предметом исследования статьи является вопрос введения энергетической утилизации. Рассматривается проблема приоритетности различных способов утилизации отходов. Анализируются перспективы развития законодательства в указанной сфере и иностранный опыт.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, порядок обращения с отходами, утилизация отходов, энергетическая утилизация, экологическое право.

В современном обществе с высоким уровнем потребления вопрос утилизации отходов имеет огромное значение. Правовое регулирование данного вопроса претерпело серьезные изменения после вступления в силу Федерального закона от 27.12.2019 г. № 450-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». В соответствии с последними изменениями утилизация отходов - использование отходов для следующих нужд:

1. повторного применения отходов по прямому назначению (рециклинг);
2. возврата отходов в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация);
3. извлечения полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация);
4. использования ТКО в качестве вторичных энергетических ресурсов после извлечения из них полезных компонентов на объектах обработки (энергетическая утилизация).

Если первые 3 пункта не вызывают сомнения и практика использования отходов устоялась, то 4 пункт представляет интерес. Все способы, до внесения изменений в законодательство были связаны с переработкой отходов с целью использования в производстве. Последний пункт примечателен тем, что использование в производстве отходов возможно только в виде топлива. Фактически, речь идет о сжигании отходов.

При введении нового способа утилизации обозначилась проблема отсутствия иерархии в способах утилизации. Теперь оказалось возможным использовать в качестве топлива, теоретически перерабатываемые отходы, которые могут пройти цикл переработки несколько раз, каждый раз становясь новым востребованным товаром. Следовательно, появилась возможность проводить под маской энергетической утилизации массовое сжигание всех отходов, которые могли использоваться в циклах переработки, причем неоднократно.

Таким образом, очевидна необходимость уточнения и установление приоритетов в способах утилизации отходов, а именно установление приоритета рециклинга, регенерации, рекуперации перед энергетической утилизацией. Как указывает М.В. Пономарев, следует дифференцировать отходы, которые могут быть утилизированы путем использования в качестве вторичных материальных или вторичных энергетических ресурсов.

Рассмотрим правомерность и целесообразность введения «иерархии» способов утилизации отходов. В соответствии с ФЗ «Об отходах производства и потребления» использование наилучших доступных технологий при обращении с отходами является одним из основных принципов государственной политики в области обращения с отходами. Как указывалось ранее, на сегодняшний день наилучшими способами обращения с отходами являются методы, позволяющие использовать отходы в качестве товара неоднократно (например, рециклинг, регенерация, рекуперация). Следовательно, установка приоритетных способов утилизации отходов соответствует базовым принципам обращения с отходами.

Кроме того, установка приоритетных способов утилизации подтверждается успешным зарубежным опытом. Например, на территории Европейского Союза (далее- ЕС) в соответствии с

п. 1 ст. 4 Директивы Европейского Парламента и Совета ЕС 2008/98/ЕС от 19 ноября 2008 г. «об отходах и отмене ряда Директив» установлена следующая «иерархия» способов обращения с отходами: 1) предотвращение образования отходов; 2) подготовка к повторному использованию; 3) переработка; 4) другие операции по восстановлению, получение энергии за счет утилизации отходов; 5) уничтожение отходов.

В соответствии с Директивой 2008/98/ЕС переработка- любая операция по рекуперации, с помощью которой отходы перерабатываются в продукты, материалы или вещества для первоначальных или других целей. Переработка в соответствии с правом ЕС не включает рекуперацию энергии и переработку в материалы, которые будут использоваться в качестве топлива.

В соответствии ФЗ «Об отходах производства и потребления» утилизация отходов- использование отходов для производства товаров, выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе рециклинг, регенерация, рекуперация, а также использование твердых коммунальных отходов в качестве вторичных энергетических ресурсов после извлечения из них полезных компонентов на объектах обработки. Таким образом, «переработка» в терминологии, используемой в ЕС, соответствует термину «утилизация» в российском законодательстве, за исключением признания в РФ энергетической утилизации видом утилизации отходов.

Следовательно, имеется возможность использовать опыт ЕС, установив аналогичную «иерархию» способов утилизации отходов, поскольку важен не тот факт, является ли энергетическая утилизация видом утилизации, а важно то, что приоритет перед ней имеют рециклинг, регенерация, рекуперация.

Таким образом, введение приоритетности способов утилизации необходимо и обоснованно.

Однако для функционирования данной «иерархии» необходимо создание стимулирующих механизмов, к сожалению. В российском законодательстве данные механизмы отсутствуют, следовательно, необходимо их создание.

Исходя из сказанного ранее, принцип научно обоснованного сочетания экологических и экономических интересов общества в целях обеспечения устойчивого развития общества не реализован в действующем законодательстве, что противоречит самому же Федеральному закону от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

Необходимо дальнейшие «встраивание» энергетической утилизации в сложившуюся систему обращения с отходами, принятие подзаконных актов или создание судебной практики, которая урегулирует данный вопрос.

### Литература

1. Пономарев, М.В. Правовое регулирование охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления : дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.06/ М..В. Пономарев.- М.,2019.- 33 с.
2. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] :федер. закон от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ. // Рос.газ. – 1998. – 30 июня – СПС «КонсультантПлюс».
3. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] :федер. закон от 27 декабря 2019 г. № 450-ФЗ. // Рос.газ. – 2019. – 30 декабря – СПС «КонсультантПлюс».
4. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives [Электронный ресурс]//The European Union . URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj> (дата обращения: 24.02.2020).

## **On the introduction of Waste-to-Energy in the Russian Federation**

**Akimova K. <sup>1</sup>, Afanasev D. <sup>2</sup>**

*1-Saint Petersburg state University, Saint Petersburg, Russian Federation,  
kseniaakimova931@gmail.com*

*2-Saint Petersburg state University, Saint Petersburg, Russian Federation*

Abstract. The subject of this article is the introduction of Waste-to-Energy. The problem of priority of various methods of waste disposal is considered. The article analyzes the prospects for the development of legislation in this area and foreign experience.

Key words: environmental safety, waste management procedure, waste disposal, Waste-to-Energy, environmental law.

## Особенности правового статуса опорных зон Арктической зоны Российской Федерации

**Арапов С.В.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет  
Санкт-Петербург, Россия, arapov\_07@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена правовому содержанию института опорных зон развития в российской Арктике. Обращается внимание на принцип проектности института опорных зон.

Ключевые слова: опорные зоны развития, Самоуправляемые Проектные Территории.

На сегодняшний день в России особенности арктической тематики отражены во многих нормативных правовых и программных документах федерального уровня. В них содержатся различные правовые и экономические институты. Среди них – экономико-правовой институт «опорная зона развития», связанный с Арктической зоной Российской Федерации. Он содержится в Государственной Программе Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2017 г. № 1064<sup>3</sup>. Опорные зоны развития призваны стать ключевым механизмом достижения стратегических интересов и обеспечения национальной безопасности. Тем не менее, данный инструмент пока не имеет достаточной методологической, нормативно-правовой и организационной проработки. Вместе с тем прослеживается эволюция «нормативного экономического и пространственного образа опорных зон Российской Арктики»<sup>4</sup>. Экономическая модель формирования и функционирования опорных зон предполагает использование в реализации инвестиционных проектов на их территории государственно-частного партнерства (ГЧП) и других механизмов государственной поддержки<sup>5</sup>.

Важным индикатором для системы правового регулирования являются принципы права. В системе арктического (полярного) законодательства пока просматриваются два важных принципа – принцип зональности и принцип пространственно-временной мобильности<sup>6</sup>. К указанным принципам следует добавить принцип проектности. Практическая реализация этого принципа предусматривает присвоение опорным зонам определенного проектного правового статуса, который мог бы учитывать различные территориальные особенности. Опорные зоны представляют собой территории, на которых осуществляются особо важные проекты, связанные с кардинальными социально-экономическими преобразованиями. Таким статусом может стать статус Самоуправляемых Проектных Территорий (СПТ). Содержание этого статуса, возможные причины его появления и порядок присвоения уже раскрывались автором в ряде работ<sup>7</sup>. Этот

<sup>3</sup> Государственная Программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2017 г. № 1064. О новой редакции государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации»// <http://government.ru/docs/29164/>

<sup>4</sup> Дмитриева Т. Е., Бурый О. В. Опорные зоны развития Российской Арктики: содержание, рейтинги и проекты// ЭКО. – 2019. – № 1 DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2019-1-41-59 с.41

<sup>5</sup> Дмитриева Т. Е., Бурый О. В. Ук соч. с.43

<sup>6</sup> О состоянии и проблемах законодательного обеспечения реализации стратегии развития Арктической Зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. О состоянии и проблемах законодательного обеспечения научной деятельности Российской Федерации в Антарктике. Ежегодный доклад (2018), с.116-119

<sup>7</sup> Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории. Основания к разработке правового статуса. Евразийский научный форум. Научно-образовательное пространство стран СНГ: история, достижения, потенциал. 25 декабря 2015 года, Санкт-Петербург, 2015, с. 28-43;

статус позволит реализовать ряд социальных, инновационных и инфраструктурных проектов. На этих территориях можно реализовать новые технологии территориального управления<sup>8</sup>.

Таким образом, экономико-правовой институт «опорная зона развития» требует комплексного научного исследования. В первую очередь это касается проектного статуса территорий опорных зон. Проектное содержание института «опорная зона развития» должен быть включено в модель арктического законодательства Российской Федерации, которая представляет собой систему из трех блоков (дифференцированных по основным группам акторов арктической экономики) и базируется на принципах многоакторности, зональности, пространственно-временной мобильности, комплексности и системности<sup>9</sup>. К этим принципам можно добавить принцип проектности.

### Литература

1. Государственная Программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2017 г. № 1064. О новой редакции государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации»// <http://government.ru/docs/29164/>

2. Арапов С.В. Право Перемен в исторической системе координат. Санкт-Петербург, 2017 460 с.

3. Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории. Основания к разработке правового статуса. Евразийский научный форум. Научно-образовательное пространство стран СНГ: история, достижения, потенциал. 25 декабря 2015 года, Санкт-Петербург, 2015, с. 28-43

4. Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории – практические возможности для реализации новых основ управления и права. Сепарирование вместо сепаратизма// Новая парадигма науки об управлении в XXI веке и ее практическое приложение к проблемам Севера: монография. Том II /СПб.: Астерион, 2016. с. 82-92

5. Дмитриева Т. Е. , Бурый О. В. Опорные зоны развития Российской Арктики: содержание, рейтинги и проекты// ЭКО. – 2019. – № 1 DOI: 10.30680/ЕСО0131-7652-2019-1-41-59 с.41-59

6. О состоянии и проблемах законодательного обеспечения реализации стратегии развития Арктической Зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. О состоянии и проблемах законодательного обеспечения научной деятельности Российской Федерации в Антарктике. Ежегодный доклад (2018) (монографический сборник)// Издание Совета Федерации РФ. М, 2019

## Features of the legal status of supporting zones of the Arctic zone of the Russian Federation

**Arapov S.V.**

*Russian State Hydrometeorological University, Russia, Sankt-Petersburg*

Abstract. The article is devoted to the legal content of the institution of supporting development zones in the Russian Arctic. Attention is drawn to the design principle of the institute of support zones.

Key words: supporting development zones, Self-Governing Design Territories.

---

Арапов С.В. Самоуправляемые проектные территории – практические возможности для реализации новых основ управления и права. Сепарирование вместо сепаратизма// Новая парадигма науки об управлении в XXI веке и ее практическое приложение к проблемам Севера: монография. Том II /СПб.: Астерион, 2016. с. 82-92

<sup>8</sup> Арапов С.В. Право Перемен в исторической системе координат. Санкт-Петербург, 2017 с.289

<sup>9</sup> О состоянии и проблемах законодательного обеспечения реализации стратегии развития Арктической Зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. О состоянии и проблемах законодательного обеспечения научной деятельности Российской Федерации в Антарктике. Ежегодный доклад (2018), с. 119

## Проблемы потребления в современном мире

Бубнова Я.В.<sup>1</sup>, Багдасарян А.А.<sup>2</sup>, Гнатенко К.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, bubayana1979@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, Wednesday.q@yandex.ru*

<sup>3</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kristina\_lagan@mail.ru*

Аннотация. Тезисы посвящены проблеме потребления общества. Чрезмерное употребление привело к истощению природных ресурсов планеты, утративанию природой самовосстановления, сокращению видового разнообразия, к ухудшению качества жизни людей, Сохранение здоровья человека включает в себя не только образ жизни без вредных привычек, физическое самосовершенствование, безопасность жизнедеятельности, но и выбор безопасной для организма человека продукции, товаров. Однако при выборе товара современные люди пользуются целым комплексом различных факторов, одним из них является степень воздействия производимой продукции на окружающую среду и самого человека в целом. Многие смотрят на экомаркировку продукции, её состав, наличие государственных и международных стандартов (ГОСТ).

Ключевые слова: потребление, экологический фактор потребительского поведения, управление потребительским поведением, экомаркировка, безвредная утилизация (ресайклинг), изменение образа жизни индивида.

Целью нашего исследования стало изучение особенностей и мотивов выбора российских потребителей с учетом экологической безопасности продукции.

Актуальность выбранной темы обосновывается тем, что роль потребления в современном мире играет все более важную роль как для экономики, так и для самого потребителя. К сожалению, многие товары, пользующиеся спросом ежедневно, и не только, имея привлекательную упаковку, содержат в себе компоненты, наносящие вред здоровью человека.

Активное освоение природных ресурсов человечеством привело к их неминуемому истощению, к угнетению окружающей среды. Природные богатства превратились в инструмент получения материальных благ, которые обеспечивают комфортные условия жизни. Однако, в настоящее время остро встал вопрос о рациональном использовании природных ресурсов, их сохранении и приумножении не только на благо последующих поколений, но и для устойчивого развития современного общества и формирования культуры потребления. Комфорт, который обеспечивается списками желаемых товаров и услуг, становится весомой проблемой современного общества, ведь теперь он обеспечивается еще и рядом экологических проблем, главной из которых становится также и проблема утилизации отходов [2]. Поведение потребителя – отрасль экономической психологии, изучающая особенности потребительского рынка, человека как потребителя, субъекта и объекта рекламы. Благодаря исследованиям в этой области можно прогнозировать динамику спроса и предложения различных товаров и услуг, вкусовые и вещевые пристрастия покупателей, тенденции моды на определенный товар. Очень важной составляющей является изучение самой личности и особенностей поведения покупателя [3]. Управление потребительским поведением предполагает знание и использование психологических механизмов формирования решений о покупках. В этой области необходимо учитывать особенности процесса восприятия и обработки информации для принятия решения о покупке, мотивацию, жизненный стиль, личность и эмоции покупателя [4]. Результатом поведения потребителей является принятие соответствующего потребительского решения, приводящего к одному из трех вариантов:

- покупке товара или услуги;
- отказа от совершения покупки товара или услуги;

— дальнейшему поиску информации о продукции и ее производителях (продавцах) [5].

Потребитель постоянно стремится удовлетворить свои потребности и желания. Потребности имеют способность к развитию, многообразию и усложнению. Главными способами удовлетворения потребностей являются мотивы. Мотивы бывают сильными, слабыми, постоянными, временными, позитивными и негативными [6].

Мы провели в марте 2020 года исследование с целью изучения особенностей и мотивов выбора российских потребителей с учетом экологической безопасности продукции. Анкета состояла из закрытых и полужакрытых вопросов с возможностью указания собственного ответа, а также содержала в себе 18 вопросов. Всего в опросе приняло участие 120 человек. Данный метод исследования был принят нами как наиболее простой и наглядный. Рассматривались несколько возрастных групп, большая часть респондентов от 17 до 25 лет (80%), далее 10,8% в возрасте от 26 до 35 и 9,2% в возрасте от 36 до 50. Далее мы ставили вопрос об удовлетворенности уровнем собственного дохода или дохода семьи. Полностью довольны своим заработком всего 13,3% опрошенных, больше половины, то есть 53,3%, довольны, но хотели бы увеличить сумму, остальные 33,3% опрошенных полностью не удовлетворены собственным уровнем доходов. Это связано с тем, что человек, довольный своим доходом, зачастую очень избирателен и все больше начинает обращать внимание на состав продукта, страну производитель, срок хранения и в последнее время степень воздействия на окружающую среду. Следующим был поставлен вопрос о том, считают ли респонденты современное общество обществом потребления, и 60% полностью согласны с данным утверждением, 38,3% согласны частично и 1,7% затрудняется ответить. В ходе нашего исследования было выявлено, что основными факторами покупки нового товара являются цена (77,5%), качество (89,2%), отзывы и советы близких (46,7%). Далее идет бренд (21,7%), степень воздействия на окружающую среду (20%) и 10% делят мода и наличие экомаркировок. Данные результаты весьма позитивны, так как наряду с естественными требованиями к товару (цена, качество) опрошенные не оставляют без внимания экологическую составляющую. Например, душевное удовлетворение от совершения покупки чувствуют 22,5%, только от покупки чего-то желанного и уникального чуть больше половины – 50,8%, а 25% иногда. Зачастую приобретение дорогостоящих и брендовых товаров сопровождаются возникновением чувства собственного успеха. Исходя из опроса 29,2% респондентов испытывают это чувство постоянно, 39,2% - иногда, 28,3% никогда не испытывают подобного чувства и остальные затрудняются ответить. Можно избегать образования большого количества отходов, сломанные вещи рекомендуется ремонтировать, а не выбрасывать и покупать новые, это же может помочь в сохранении бюджета. Так 13,3% опрошенных следуют данному совету, подавляющее большинство (81,7%) предпочитает исходить из ситуации и всего 5% покупают новую замену. Все больше людей, в особенности молодежи, обращает свое внимание на то, какое воздействие оказывает продукция, упаковка на окружающую среду. В заключении нашего опроса респондентам были заданы вопросы: готовы ли они отказаться от определенных товаров или заменить, а также пересмотреть свои взгляды на привычные потребительски нужды ради сохранения благоприятной окружающей среды. Полностью готовы изменить привычки 25% опрошенных, 40,8% готовы частично пересмотреть свои взгляды, 28,3% - если это будет необходимо.

На сегодняшний день человечество решило изменить привычный образ жизни потребителя на более рациональный. Самозамыкание на сугубо личных проблемах и желаниях сменяется все большей озабоченностью улучшения качества окружающей среды. Индивидуализм, острое желание получения выгоды, несмотря на очевидный риск загрязнения окружающей среды, и истощению природных запасов сменяется бережливым отношением и развитием инновационных технологий. Частный бизнес наряду с государством становится все более экологически (социально) ответственным.

### Литература

1. Лукина А. В. Экологический фактор в отношении и поведении российских потребителей // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2012. №6. – С. 74-80.
2. Ильин А.Н. Культура потребления и экология: проблемы взаимодействия // Человек в мире культуры. Региональные культурологические исследования. 2017 год. №2/3(21). – С. 164-173.
3. Лаптева И.П., Трусова Л.Н., Гришина Е.Н. Подходы к оценке факторов потребительского поведения // Статистика и экономика. 2018. №3. – С. 30-39.
4. Блинова Ю.Э., Плискановская М.И. Психология потребительского поведения: экологические маркировки как маркетинговый инструмент // Сборник Байкальской международной бизнес-школы. 2013. №14. – С. 28-32.
5. Радаев В.В. Социология потребления: основные подходы // Социологические исследования. 2005. № 1. – С. 5-18.
6. Лукина А.В. Экологический фактор в потребительском восприятии // Маркетинг. 2010. – №3 (112).

### Problems of consumption in the modern world

**Bubnova Y.V.<sup>1</sup>, Bagdasaryan A.A.<sup>2</sup>, Гнатенко К.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia,  
bubayana1979@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia,  
Wednesday.q@yandex.ru*

<sup>3</sup> *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, kristina\_lagan@mail.ru*

Abstract. Theses are devoted to the problem of consumption of society. Excessive use has led to the depletion of the planet's natural resources, the loss of self-healing by nature, the reduction of species diversity, the deterioration of the quality of life of people, the Preservation of human health includes not only a lifestyle without bad habits, physical self-improvement, life safety, but also the choice of products and goods that are safe for the human body. However, when choosing a product, modern people use a whole complex of different factors, one of them is the degree of impact of the product on the environment and the person as a whole. Many people look at the eco-labeling of products, their composition, and the availability of state and international standards (GOST).

Key words: consumption, environmental factor of consumer behavior, management of consumer behavior, eco-labeling, harmless recycling, changing the individual's lifestyle.

## Институционализация высотных и широтных природных различий в стратегическом планировании и региональном развитии России

<sup>1</sup>Гуля А.Н., <sup>2</sup>Голубчиков Ю.Н.

<sup>1</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>МГУ им. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

*a.n.gulya@igras.ru*

Аннотация. Россия отличается глубокими природными широтными и высотными различиями. Опыт учета северной специфики в стратегическом планировании и региональном развитии России может использоваться и для горных районов России, занимающих более половины ее территории.

Ключевые слова: горные территории, Крайний Север, законы, развитие.

Россия имеет огромные региональные различия в природных условиях и среде жизнедеятельности. Наибольшее внимание в государственной политике было уделено различиям, обусловленным положением страны в экстремальных природно-климатических условиях Севера. Гораздо меньше внимание было уделено горной специфике России. Между тем, горы по последним данным занимают более 50% территории страны и характеризуются не менее сложными для освоения условиями. Учет природных различий представлен в таких основных инструментах государственного управления, как стратегическом планировании и региональном развитии. В Федеральном законе «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (2014) обозначены пространственные приоритеты развития, которые позже нашли свое отражение в Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 (2019). В Основах государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 (2017) определено, в частности, сокращение уровня межрегиональной дифференциации в социально-экономическом состоянии регионов и качестве жизни. В этом документе за основу берутся регионы РФ, а в Стратегии пространственного развития добавляются городские агломерации, сельские, геостратегические, приграничные и иные территории. Ясно, что учесть все природное разнообразие условий проживания и развития в имеющихся административных сетках вряд ли возможно.

Особое место в развитии России занимали и занимают **северные территории**, не вписывающиеся ни в какие административные сетки. Впервые понятие "Крайний Север" упоминается в "Положении о льготах для лиц, работающих на крайнем Севере РСФСР" (1932). Позднее был определен перечень местностей, приравненных к районам Крайнего Севера (1945). К настоящему времени перечень районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей охватывает 25 субъектов РФ, площадью более 11 млн. км<sup>2</sup> (две трети территории России).

Обоснование границы Крайнего Севера не имеет четких критериев. Известными критериями отнесения к северным территориям являются климатическая дискомфортность, доступность и удаленность от транспортных узлов (в том числе, морских) и др. С другой стороны, выделение Крайнего Севера имеет и политическую мотивацию, вследствие включения новых местностей, на которые важно привлечь население за счет «северных» льгот. Современный рост геополитического «веса» Севера привел к выделению Арктической зоны на территории Мурманской области, Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, муниципального образования городского округа "Воркута" (Республика Коми) и др.

**Высотное измерение и горная специфика** России пока не получила своего воплощения в особых «горных» законах на уровне всей страны. Тому есть несколько объяснений. В первую очередь, следует учесть, что осознание важности горных различий и «открытия» того, что Россия – горная страна, пришло позже. На это повлиял мировой тренд и переоценка «веса» гор в жизни людей. На конференции ООН в 1992 году горная тема выделена в ряду других важнейших в Повестке дня на 21 век.

В России горная составляющая развития долгое время оставалась в тени «северной» политики. Ряд горных регионов России, находящихся на юге (Алтай, Тува, Бурятия и др.), попали в перечень территорий, которые приравниваются к районам Крайнего Севера. Тем самым, за неимением собственных горных законов регулирование и поддержка освоения и жизнедеятельности в горах опиралась на правовые механизмы, выработанные для Крайнего Севера.

«Невидимость» гор в политике РФ долгое время была связана с тем, что значимость гор была недооценена: не было даже точных подсчетов площади гор, горы считались не типичными для России и малонаселенными, чтобы иметь политическое значение. Недостаточные сведения о горах, о горной специфике, не способствовали возникновению общественного мнения и развитию горного «лобби», которое могло бы обеспечить более высокую политическую значимость гор.

Нынешнее внимание к горной проблематике в значительной мере определяется как влиянием трансфера знаний и опыта других горных стран, так и социальными проблемами горцев, обострившимися в последние десятилетия и приведшими к ряду конфликтов, в первую очередь, на Северном Кавказе. Как и в случае с определением границы Севера, проведение границы гор весьма неоднозначно. Так, на региональном уровне закреплено несколько определений понятия «горная территория». Например, в Законе Республики Дагестан (2010) к горной территории относятся местности выше 1000 метров и местности с пересеченным рельефом и относительными превышениями 500 м и более в радиусе 25 км. Согласно Закону Республики Северная Осетия-Алания (2019), в качестве горной территории понимается местность с пересеченным рельефом и абсолютной высотой рельефа выше 800 м.

Важной вехой формирования государственной горной политики стали 2014-2016 годы, чему способствовала деятельность Главы Республики Дагестан А.Г. Абдулатипова. Был проведен ряд конференций и форумов. В частности, в 2014 году была принята Гунибская декларация «Горные районы Северного Кавказа: развитие через интеграцию культуры экономики и экологии». 2016 год был объявлен Годом гор Дагестана. Подготовлено обращение Правительства Дагестана к Президенту России с призывом поддержать Хартию устойчивого развития горных территорий России и Федеральный закон «О социально-экономическом развитии горных регионов России». Однако Администрация Президента сообщила о нецелесообразности особых мер по поддержке горных территорий на федеральном уровне.

Инициативы в формировании особой горной политики перешли к Федеральному Министерству по делам Северного Кавказа, которое выступило с инициативой принятия Модельного закона «О развитии и охране горных территорий» для государств-участников Содружества независимых государств (СНГ). Инициатива была поддержана Парламентом Российской Федерации и Межпарламентской Ассамблеей СНГ (МПА СНГ). Институтом законодательства при Правительстве Российской Федерации в партнерстве с Институтом географии РАН был разработан проект Модельного горного закона. В соответствии с уставом МПА этот закон направлен в Парламенты стран-участниц СНГ для согласования с национальными законодательствами. Ожидается, что в конце 2020 года Модельный закон будет принят.

Таким образом видно, что с определенным опозданием, но фактор «гор» начал воздействовать на процессы институционализации и выработку правовых механизмов, обеспечивающих развитие горных территорий. Основными сходствами развития правовых механизмов в горах и на Крайнем Севере является сложность и многокомпонентность критериев отнесения к горам и территориям Крайнего Севера, несовпадение с административными границами горных местностей и северных территорий. Главным различием является, прежде всего то, что преференции для Севера относительно быстро окупаются за счет доходов от добычи природных ресурсов. От гор вряд ли стоит ожидать быстрой отдачи.

## **Institutionalization of altitudinal and latitudinal natural differences in strategic planning and regional development of Russia**

**<sup>1</sup>Gunya A.N., <sup>2</sup>Golubchikov Yu.N.**

<sup>1</sup>*Institute of Geography RAS, Moscow, Russia,*

<sup>2</sup>*Moscow Lomonosov State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia a.n.gunya@igras.ru*

Abstract. Russia is distinguished by deep natural latitudinal and altitude differences. The experience of taking into account the northern specifics in the tools of strategic planning and regional development of Russia can be used for the mountainous areas of Russia, which occupy more than half of its territory.

Key words: mountainous areas, the Far North, laws, development.

## Применение метода сценарного прогнозирования для повышения устойчивости экономики Арктических регионов: Мурманская область

Ключникова Е.М.<sup>1</sup>, Маслобоев В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – ИППЭС КНЦ РАН, Анапиты, Россия,  
*e.klyuchnikova@gmail.com*

<sup>2</sup> – ФИЦ КНЦ РАН, Анапиты, Россия

Аннотация. Представлен сравнительный анализ сценариев развития одного из арктических регионов Российской Федерации – Мурманской области в условиях изменения климата. Представлены рекомендации по использованию сценарных прогнозов для разработки стратегий развития

Ключевые слова: Арктика; сценарии развития; изменение климата; устойчивое развитие

Изменение климата в настоящий момент рассматривается как одна из важнейших проблем человечества. Арктика отнесена Межправительственной группой экспертов по изменению климата к самым уязвимым к изменениям климата регионам Земли [1]. В Арктике последствия изменений климата проявляются в наибольшей степени и усугубляются из-за активной промышленной деятельности, темпы развития которой, по прогнозам, будут в дальнейшем только расти.

Не только хозяйственное освоение, но и обеспечение фактического присутствия РФ в Арктике не возможно без обеспечения экономической устойчивости региональной экономики. Например, в Мурманской области, территория которой полностью включена в Арктическую зону, предприятия минерально-сырьевого комплекса составляют основу благосостояния региона. Более 60% промышленного производства региона представлено продукцией горной индустрии, добывающей и перерабатывающей медно-никелевые и железные руды, нефелиновое и керамическое сырьё. Предприятия горнопромышленного комплекса являются градообразующими для населенных пунктов, где проживает треть населения области. Поэтому обеспечение экономической устойчивости минерально-сырьевого комплекса является важным аспектом сохранения населения в Арктическом регионе.

Экономическая устойчивость промышленных предприятий в Арктике будет зависеть от точности определения трендов развития и будущих потребностей общества. Освоение Арктики требует огромных инвестиций в силу суровых природно-климатических условий низкой плотности населения, удаленности территорий. Следовательно, высока и цена ошибки. В связи с этим создание прогнозов развития Арктики является актуальной научно-практической задачей. В целях устойчивого развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) необходимо учитывать воздействие глобальных и региональных изменений на хозяйственную систему региона. Одним из важнейших изменений является изменение климата. Стратегии развития Арктической зоны и Северо-Западного федерального округа [2; 3] содержат лишь отдельные элементы, учитывающие будущие социально-экономические последствия прогнозируемых климатических изменений в Арктике на национальном уровне [4].

С целью разработки прогноза социально-экономического развития Мурманской области, как части Арктической зоны Российской Федерации до 2050 года в условиях глобальных изменений климата были проведены три серии сценарных семинаров в 2015[5], 2018[6] и в 2019 году. Использовался метод “bottom-up” and “top-down”[7]. “Bottom-up” выбирались драйверы будущих (до 2050) изменений в Мурманской области. “Top-down” обеспечивали SSP (shared socio-economic pathways) разработанные экспертами по изменению климата. SSP выступали в качестве контекстных сценариев, в рамках которых создавались рассказы о будущем Мурманской области. Экспертами в первом семинаре выступили представители крупной промышленности, власти, неправительственных и научных организаций. Во втором семинаре будущее создавали представители научных организаций, в третьем представители коренного народа (саами).

Исследование, представляемое в докладе, отвечает на вопросы: влияет ли на создаваемый сценарий принадлежность экспертов к той или иной группе; если влияет, то каким образом? Проведен сравнительный анализ результатов сценарных семинаров. Обсуждены вопросы правомерности создания обобщенного сценария будущего Мурманской области на основе компилирования всех трех массивов сценариев. Обсуждена проблема сравнения компилированных сценариев с точки зрения их точности по сравнению со сценариями, созданными одним набором экспертов. Выработаны рекомендации как можно использовать полученные результаты в процессе принятия решений по адаптации к изменениям климата на региональном уровне.

### Литература

1. IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
2. Стратегия социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. — Утв. Президентом РФ. — URL: [http://minec.gov-murman.ru/upload/iblock/b36/strategy\\_azrf.pdf](http://minec.gov-murman.ru/upload/iblock/b36/strategy_azrf.pdf).
3. Стратегия социально-экономического развития Северо-Западного федерального округа на период до 2020 года. — Утв. распоряжением Правительства РФ от 18 ноября 2011 г. № 2074-р.
4. Оценка макроэкономических последствий изменения климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / Под ред. В. М. Катцова, Б. Н. Порфирьева. — М., 2011.
5. Oort B., Björkan M., Klyuchnikova E. Future narratives for two locations in the Barents region: CICERO Report 2015:06. — URL: <https://brage.bibsys.o/xmlui/handle/11250/2367371>.
6. Сценарии развития Мурманской области в условиях глобальных неопределенностей и изменений климата / коллектив авторов; под науч. ред. д.т.н. В.А. Маслобоева, к.э.н. Л.А. Рябовой, к.э.н. Е.М. Ключниковой. — Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2019. — 52 с.
7. O'Neill B. C., Kriegler E., Ebi K. L. et al. The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century // *Global Environmental Change*. — 2015. — Febr. 12. — URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378015000060>.

## Scenario forecasting approach to increase economic sustainability of the Arctic regions: Murmansk region

**Klyuchnikova E.<sup>1</sup>, Masloboev V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – INEP KSC RAS, Apatity, Russia,  
*e.klyuchnikova@gmail.com*

<sup>2</sup> – FRC KSC RAS, Apatity, Russia

Abstract. The study presents comparative analysis of the development scenarios of one of the Arctic regions of the Russian Federation - the Murmansk region in the context of climate change. Recommendations on the use of scenario forecasts for development strategies creation are presented.

Key words: Arctic; scenarios; climate change; sustainable development

## Организационные механизмы реализации арктической стратегии России

Кондратов Н.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО САФУ имени М.В. Ломоносова  
г. Архангельск, Россия, n.kondratov@narfu.ru

Аннотация. В 2013 г. Президентом России утверждена Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. В статье рассматриваются основные организационные механизмы реализации стратегии.

Ключевые слова: российская Арктика, природопользование, стратегия развития.

Ключевой задачей в сфере социально-экономического развития России является переход от ресурсно-сырьевой к инновационной модели, рассматриваемой с позиций импортозамещения. Технические и технологические нововведения должны осуществляться в отраслях, от которых зависят конкурентоспособность страны. К такой отрасли в субъектах Арктической зоны РФ (далее – АЗРФ) относится горнодобывающая. Как показывает практика, развитые северные страны формируют региональные ВВП не только на доходах от разведки и добычи минерального сырья и топлива, но и на оказании сервисных услуг, выполнении наукоемких НИОКР, способствующих повышению энергетической и экологической безопасности объектов нефте- и газодобычи.

Базовый документ планирования социально-экономического развития АЗРФ и обеспечения национальных интересов России в Арктике на федеральном уровне, а также на уровне субъектов РФ – Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. до 2020 г. Она была утверждена Президентом РФ в 2013 г. и в настоящее время проходит процесс актуализации. Указами Президента России от 2 мая 2014 г. № 296 и 27.06.2017 г. № 287 определен состав сухопутных территорий Арктической зоны РФ (далее – АЗРФ). В основе государственной политики в АЗРФ лежит обеспечение устойчивого социально-экономического развития, комплексной безопасности в акватории и на суше макрорегиона, повышение уровня жизни населения, укрепление роли Арктики в экономике России с учетом изменений климата и международного сотрудничества.

Реализация политики России в Арктике происходит в контексте инновационной модернизации экономики, обеспечивающей рациональное природопользование, его диверсификацию (при сохранении ведущей роли минерально-сырьевого комплекса), сохранение уникальных экологических систем и местных сообществ. В основе такого подхода лежит идеология комплексного промышленно-транспортного освоения территории, а не изолированных месторождений, с использованием программно-целевого метода, с опорой на инновации и с учетом тенденций изменения климата. При реализации предусмотренных арктической стратегией России инвестиционных проектов по добыче полезных ископаемых и развитию транспортной инфраструктуры (далее – мегапроекты) будут создаваться территориально-производственные комплексы, а также объекты производственной, энергетической, транспортной, информационно-коммуникационной инфраструктуры (далее – инфраструктуры), объединяемые в кластеры, ориентированные на коммерциализацию НИОКР.

Социально-экономическое развитие российской Арктики в арктической стратегии описывается в инновационном и инерционном сценариях. Характерными чертами инновационного сценария, с одной стороны, является реализация конкурентных преимуществ АЗРФ на базе использования ее природно-ресурсного потенциала и широких возможностей для инновационных разработок, с другой стороны, проявление нового качества экономического роста, основанного на расширении экономического базиса арктических территорий России путем усиления влияния инновационных технологий и информационно-коммуникационных технологий в различных отраслях экономики.

Арктической стратегией России и Государственной программой «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2025 года» (объем

финансирования - примерно 160 млрд руб.) в целях устойчивого социально-экономического развития АЗРФ предусмотрен ряд механизмов [2].

1. Создание *зон опережающего развития*, которые могут возникнуть в районах Полярного Урала, на базе Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (далее – ТПНПП), формирующихся Кольской и Белкомурской индустриальных зон.

2. *Каркасно-кластерный подход* предполагает развитие энергетического, транспортного и социального каркаса территории и концентрации всех, в т.ч. бюджетных, ресурсов на приоритетных точках развития российской Арктики. Реструктуризация промышленных предприятий намечается в направлении расширения номенклатуры готовых изделий, повышении конкурентоспособности продукции за счет вовлечения в отработку новых месторождений, создания современных перерабатывающих производств, внедрения энергосберегающих технологий, использования замкнутого производственного цикла с минимальным воздействием на окружающую среду.

3. *Селективная государственная поддержка* означает, что в субъектах АЗРФ организована работа по разработке и применению особых подходов в налоговой и социальной политике, а также совершенствованию механизмов государственного участия в развитии территорий, привлечении инвестиций созданию и функционировании особых экономических зон.

4. Создание *опорных зон развития* - комплексных проектов социально-экономического развития территории, которые подразумевают синхронное применение инструментов территориального и отраслевого планирования, а также механизмов реализации мегапроектов, в т.ч. на принципах государственно-частных и иных видов партнерств.

Опорные зоны развития включают в себя:

- территории индустриального развития с перспективами перехода к постиндустриальному развитию, опирающиеся на развитые территории (Архангельская и Мурманская области);
- территории активного освоения, опирающиеся на открытые месторождения и инфраструктуру, в т.ч. порты, нефте- и газопроводы;
- территории перспективного освоения, опирающиеся на изучаемые месторождения, развиваемые транспортные пути;
- территории дикой природы, формирующие среду сохранения естественного пространства с особым режимом природопользования [1].

#### Литература

1. Смирнова О.О., Липина С.А., Кудряшова Е.В., Крейденко Т.Ф., Богданова Ю.Н. Формирование опорных зон в Арктике: методология и практика // Арктика и Север. 2016. № 25. С. 148-157

2. Дмитриева Т.В., Бурый О.В. Опорные зоны развития Российской Арктики: содержание, рейтинги и проекты // ЭКО. 2019. № 1. С.41-59

### **Organizational mechanisms for implementing Russia's Arctic strategy**

**N. Kondratov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russia, n.kondratov@narfu.ru*

Abstract. In 2013 the President of Russia approved the strategy for developing the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring national security for the period up to 2020. The article discusses the main organizational mechanisms for implementing the strategy.

Key words: the Russian Arctic, development strategy, management of natural resources.

## **Обеспечение экологической безопасности функционирования зон с особым режимом хозяйствования**

**Курочкина А.А.<sup>1</sup>, Лукина О.В.<sup>2</sup>, Бикезина Т.В.<sup>1</sup>**

*1-Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: kurochkinaanna@yandex.ru*

*2-Международный банковский институт имени Анатолия Собчака, Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Рассмотрен эколого-экономический подход функционирования зон с особым режимом хозяйствования. Выделены основные приоритеты, создающие предпосылки для формирования устойчивой системы на микро и макроуровне.

Ключевые слова. Экологическая безопасность, особые экономические зоны, окружающая среда, эколого-экономический подход.

В России уже достаточно продолжительное время используется такой механизм взаимодействия государства и бизнеса как территории с особым режимом осуществления предпринимательской деятельности, к ним относятся особые экономические зоны (ОЭЗ), зоны территориального развития (ЗТР), территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) и пр. Зоны с особым режимом осуществления предпринимательской деятельности создаются под разные цели и на их территории действуют различные налоговые, административные режимы. В научной литературе, как правило, рассматриваются вопросы, связанные с налоговыми отношениями на территории зон, вкладом зон в социально-экономическое развитие региона и страны в целом, вкладом в наращивание экспорта, вопросы же влияния функционирования зон на состояние окружающей среды и мероприятия, направленные на минимизацию негативных последствий функционирования зон на окружающую среду не получили должного рассмотрения.

Ухудшение состояния окружающей среды приводит к формированию негативного восприятия зон с особым режимом хозяйствования, что, в перспективе может отрицательно повлиять на их инвестиционную привлекательность. Нарушения экологического законодательства на территории данных зон, в первую очередь, касаются нарушений в области экологического контроля в сфере обращения с отходами производства и потребления, выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сточные воды, что оказывают негативное влияние на качество человеческого капитала. Наибольшие риски в данной области связаны с функционированием зон с особым режимом хозяйствования, на территории которых активно ведется промышленно-производственная деятельность.

В числе принципов в области охраны окружающей среды, которыми руководствуется при осуществлении своей деятельности АО «ОЭЗ» обозначены минимизация экологических последствий на всех этапах реализации проекта, рациональное использование природных ресурсов в процессе производства, снижение негативного воздействия на окружающую среду, в том числе за счет сокращения энергопотребления, а также обеспечение открытости информации об охране окружающей среды. Подчеркивается, что при осуществлении производственной деятельности на территории ОЭЗ будет уделяться особое внимание минимизации негативного воздействия на окружающую среду; привлечению экологически безопасных технологий, технологий, направленных на ресурсосбережение; уменьшению риска возникновения аварийных ситуаций; развитие экологической культуры (образовательный и профессиональный аспект).

В процессе развития ТОСЭР в России обеспокоенность местного населения экологическими последствиями реализации проекта заметно выше, чем для ОЭЗ, так как ТОСЭР предполагают создание крупных производств пищевых продуктов, химической продукции, лекарств, металлургии и др. Кроме того во многих регионах, в которых создаются ТОСЭР, экологическая ситуация достаточно сложная: это моногорода и регионы, насыщенные опасными производствами. В ряде случаев сложная экологическая ситуация может стать причиной отказа

инвестора от реализации проектов. Есть примеры активной работы в области обеспечения экологической безопасности ведения деятельности на ТОСЭР, в частности создание специальных экологических программ, предусматривается переработка отходов по замкнутому циклу, внедрение передовых технологий и строительство очистных сооружений с бесплатным подключением к ним резидентов зон.

К обеспечению экологической безопасности ведения деятельности на территории зон с особым режимом хозяйствования следует применять эколого-экономический подход. Необходимо разработать меры экономического поощрения резидентов данных зон, проводящих дополнительные мероприятия по обеспечению экологической безопасности ведения деятельности. При нарушении экологического законодательства следует применять такие меры, как повышенные штрафы, дополнительные стандарты и нормативы, лишение статуса резидента и пр.), а также возврат средств в федеральный бюджет в случае экологической неэффективности зон. Возможно создание специального фонда в рамках зон с особым режимом хозяйствования, средства которого будут направляться на оздоровление окружающей среды.

Немаловажным представляется осуществление ряда мер в рамках ужесточения критериев отбора резидентов зон с особым режимом хозяйствования, формирования многоуровневой системы экологического мониторинга и контроля деятельности резидентов.

Нарушение экологического законодательства может происходить и на этапе строительства, и на этапе эксплуатации производственных объектов, поэтому на самых ранних стадиях функционирования данных территорий следует осуществлять мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду, а также контроль за соблюдением норм экологического законодательства. При обосновании приоритетов необходимо применять «системный и четко выраженный территориальный подходы», особенно на этапе проектирования при определении различных экологических режимов использования территории [1]. В развитии территорий с особым режимом предпринимательской деятельности следует выделить несколько основных приоритетов, во взаимосвязи создающих предпосылки для формирования устойчивой системы, как на микро-, так и на макроуровне: проектирование объектов инфраструктуры зон по принципу минимизации негативного воздействия на окружающую среду; экологическая культура; экологически чистое транспортное сообщение; экологически чистая энергетика; электронная экологическая отчетность и дистанционные методы контроля; экологически чистое производство; экологически чистая продукция.

Информацию о мероприятиях, проводимых в целях охраны окружающей среды, соблюдении экологического законодательства, производственном контроле следует размещать на официальных сайтах зон с особым режимом хозяйствования и органов исполнительной власти. Максимальная информационная открытость позволит сформировать положительное восприятие зон с особым режимом предпринимательской деятельности местным населением и повысит инвестиционную привлекательность подобных территорий.

Экологические и экономические факторы развития зон с особым режимом хозяйствования тесно взаимосвязаны. В процессе развития подобных территорий необходим поиск баланса между экологическими интересами и социально-экономическими потребностями региона, что будет содействовать формированию на территории зон с особым режимом хозяйствования экологоориентированной модели развития, которая может быть в последствии транслирована на другие системы с целью позитивной трансформации эколого-экономического пространства регионов.

### Литература

1. Гуляева, В.Б. Перспективы применения эколого-экономического подхода к обеспечению ведения деятельности в особых экономических зонах /В.Б. Гуляева // Инновационная наука. – 2017.- № 1. – С. 38-39.

## **Ensuring environmental safety of zones with a special economic regime**

**Kurochkina A. A.<sup>1</sup>, Lukina O.V.<sup>2</sup>, Bikezina T.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>-*Russian state hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, e-mail:  
kurochkinaanna@yandex.ru*

<sup>2</sup>-*International banking Institute of a name of Anatoly Sobchak, St. Petersburg, Russia*

Abstract. The ecological and economic approach to the functioning of zones with a special economic regime is considered. The main priorities that create prerequisites for the formation of a stable system at the micro and macro levels are highlighted.

Key word: Environmental safety, special economic zones, environment, ecological and economic approach.

## Использование природно-ресурсного потенциала Гянджа-Газахского экономического района Республики Азербайджан

Курочкина А.А.<sup>1</sup>, Островская Е.Н.<sup>1</sup>, Вердиев Р.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный Гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kirochkinaanna@yandex.ru

<sup>2</sup> Национальная Академия Наук Азербайджана, Институт Географии им. акад. Г. А. Алиева, г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация. В статье рассмотрены основные проблемные аспекты системы рационального природопользования. Предложены направления использования и развития природно-ресурсного потенциала Гянджа-Газахского экономического района Республики Азербайджан.

Ключевые слова: природно-ресурсный потенциал, регион, проблемы, программы.

Природно-ресурсный потенциал играет значительную роль в развитии экономики региона и является одной из основных точек экономического роста. При разработке концепций и программ развития природно-ресурсного потенциала региона и размещения производства следует проводить выбор наиболее эффективного сочетания, используемых природных ресурсов.

Природно-ресурсный потенциал – возможность развития территории на основе природных (минерально-сырьевых, земельных, лесных, водных и биологических) ресурсов. Изучение и анализ природно-ресурсного потенциала региона строится на количественном (объем запасов, добычи), качественном (ценность вещества, редкость, доступность и т. д.), территориально-адресном анализе природных ресурсов. Непосредственно анализ эффективного и рационального использования природно-ресурсного потенциала отражает социально-экономическую целесообразность использования природных ресурсов в конкретных областях экономической деятельности [1].

Гянджа-Газахский экономико-географический регион является одним из регионов республики Азербайджан, богатый полезными ископаемыми, земельными ресурсами, минеральными, лесными и водными ресурсами (рис. 1) [2, 3]. Однако как в любом другом регионе республики существуют проблемы эффективного использования природно-ресурсного потенциала.

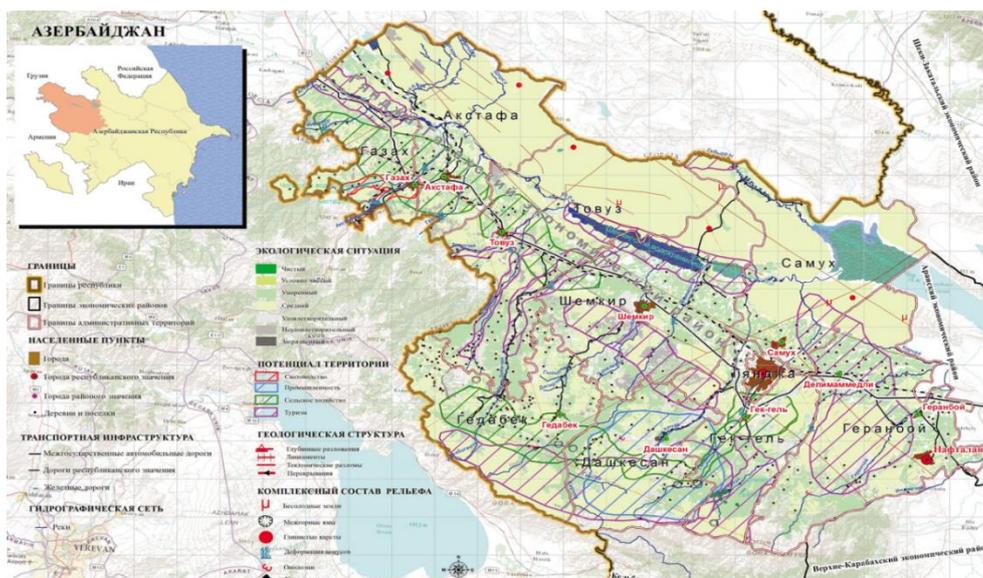


Рисунок 1 – Карта комплексной оценки территории Гянджа-Газахского экономического района [2]

Основными проблемными аспектами системы рационального природопользования Гянджа-Газахского экономического района, являются нерациональное использование природных

ресурсов; экологическое состояние окружающей среды; высокие темпы роста объемов образования отходов производства и потребления; нарастание негативных последствий климатических изменений; неэффективность мониторинга и прогнозирования угроз природного и техногенного характера и масштабов их последствий; несформированность рынка экологических услуг; низкий уровень использования ресурсосберегающих технологий и т.п. [4].

С целью предотвращения негативных тенденций государственные органы разрабатывают программы, реализуемые в рамках рационального использования природно-ресурсного потенциала Гянджа-Газахского экономического района. К их числу можно отнести: модернизация материально-технической базы инфраструктуры предприятий природопользования; расширение производства сельскохозяйственной (животноводства и растениеводства) продукции; комплексное развитие системы электроснабжения, газоснабжения и водоснабжения; проведение мероприятий по восстановлению и экологической реабилитации объектов окружающей среды; проведение мелиоративных и ирригационных работ; проведение основных превентивных мероприятий по защите от наводнений.

Важнейшим направлением использования и развития природно-ресурсного потенциала региона является устойчивое развитие энергетики, инклюзивный доступ к источникам энергии, включающее: развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики (реконструкцию Шамкирского водохранилища и Шамкирской ГЭС; реконструкцию заброшенного в бассейне реки Гянджачай Журнабадской ГЭС) и развитие альтернативных и возобновляемых источников энергии – солнечные, ветровые, геотермальные, энергетические и биоэнергетические станции. Совершенствовать децентрализованные формы энергоснабжения.

Следует отметить, что обеспечить рациональное использование природно-ресурсного потенциала можно только через механизмы государственного регулирования, путем эффективного размещения производств на определенной территории и грамотного управления.

#### Литература

1. Эколого-экономические основы устойчивого развития территорий: монография / А.А.Курочкина, Т.В.Бикезина [и др.]; под ред. А.А.Курочкиной.– СПб: РГГМУ, 2019. – 165 с.
2. ГИС в проектах регионального планирования на территории Азербайджанской Республики [Электронный ресурс]: URL: [https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=10535&SECTION\\_ID=285](https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=10535&SECTION_ID=285)
3. Официальная статистика в Азербайджанской Республике. Материалы Государственного статистического комитета Азербайджанской Республики / [Офиц. сайт] URL: <https://www.stat.gov.az/>
4. Основные экологические проблемы в Азербайджанской Республике /Министерство экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики[Электронный ресурс]: URL: <http://eco.gov.az/az/21-serencamlar>.

### **Using the natural resource potential of the Ganja-Gazakh economic region of the Republic of Azerbaijan**

**Kurochkina A.A.<sup>1</sup>, Ostrovskaya E.N.<sup>1</sup>, Verdiyev R.R.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Russian state Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia,  
kurochkinaanna@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Named after ac. Hasan Aliyev Institute of Geography of Azerbaijan National Academy of  
Science, Baku, Republic of Azerbaijan*

Abstract. The article discusses the main problematic aspects of the environmental management system. Proposed by the direction of use and development of the natural resource potential of the Ganja-Gazakh economic region.

Key words: natural resource potential, region, problems, programs.

## Экономические преобразования в условиях экологизации экономики

Курочкина А.А.<sup>1</sup>, Семенова Ю.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail kurochkinaanna@yandex.ru*

<sup>2</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail semenjulia69@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается роль предпринимательства в снижении деградации окружающей среды и важность разумной государственной политики способствующей устойчивому росту в условиях экологизации экономики.

Ключевые слова: ресурсоэффективность; «зеленая» экономика; «голубая» экономика; экологизация экономики; экосистемные услуги.

В настоящее время во всем мире происходит процесс экологизации экономики. За последнее десятилетие концепции «зеленой» и «голубой» экономики стали стратегическим приоритетом для многих стран. Инклюзивная «зеленая» экономика является альтернативой доминирующей экономической модели сегодняшнего дня, которая усугубляет неравенство, поощряет расточительство, вызывает дефицит ресурсов и порождает широко распространенные угрозы окружающей среде и здоровью человека. Подавляющее большинство стран поддерживают повышение глобальной ресурсоэффективности потребления и производства, а также отделение экономического роста от деградации окружающей среды в соответствии с разнообразными программами устойчивого потребления и производства. Такие программы также содержат цели по модернизации промышленности и внедрению чистых и экологически безопасных технологий и промышленных процессов.

Бизнес-модели постепенно становятся подотчетными экологическим целям. Изменение парадигмы подчеркивает, как можно получить прибыль и построить бизнес, делая что-то, что также хорошо для окружающей среды и способствует благополучию человека. Этот новый подход сочетает в себе силу частного сектора и его способность к инновациям, чтобы внести свой вклад в глобальную миссию экологической устойчивости и социальной справедливости. Для этого предпринимателям необходимо интегрировать экологически обоснованные решения в системы управления цепочками поставок и поощрять экологическое сознание потребителей. Предприниматели и новаторы играют ключевую роль в этой повестке дня. [4, с.11] Сюда же относится и важность научных исследований и инноваций в области технологического развития.

С точки зрения предпринимателей, переход на новые экологические стандарты можно рассматривать как увеличение издержек (например, за счет увеличения отчетности и соблюдения нормативных требований), но при этом - это также увеличение предпринимательских возможностей. Инноваторы и предприниматели будут рассматривать устойчивое развитие в рамках экологизации своей деятельности как одну из самых больших возможностей для бизнеса в истории коммерции. [2, с.45] Развитие "зеленой" и "голубой" экономик создает уникальный набор вызовов в рамках национального развития. Это требует совместной оценки местных и глобальных экологических проблем и понимания приоритетов, связанных с преобразованием национальной промышленной базы в более устойчивые, неуглеродные системы производства.

Роль предпринимательства в снижении деградации окружающей среды крайне важна и значительна. Разумная государственная политика должна способствовать устойчивому развитию предпринимательства путем поддержки формирования инновационной бизнес-среды, рассматривая вклад бизнеса в достижение целей устойчивого развития через призму типичной цепочки создания стоимости. [3, с.122] Фирмы должны поощряться к тому, чтобы смотреть за пределы активов, которые они контролируют, и сосредотачиваться на возможностях, возникающих вверх и вниз по цепочке создания стоимости. [1, с.174] Хотя политика правительства основана на четком видении будущего, она должна основываться и на понимании

текущих реалий. Это требует тесного взаимодействия с частным сектором для обеспечения правильных политических сигналов. Уровни частных инвестиций определяются силой и стабильностью политической экономики в ответ на изменение делового климата.

Экологизация экономики не будет происходить автоматически только через рыночные механизмы. Это объясняется, в частности, тем, что существует разрыв между текущими рыночными ценами и реальными издержками использования природных ресурсов и экосистемных услуг, а также между краткосрочными выгодами от использования экологических ресурсов и их долгосрочными последствиями. В результате рынок искажается и возникает экологический дефицит.

Необходимо разработать национальный энергетический план, который бы объединил национальную экономическую, социальную и экологическую политику в соответствии с новой парадигмой развития экономики и национальным видением перспектив. На секторальном уровне этот план должен устанавливать тесные связи между различными видами производителей и потребителей энергии. А ответственность за разработку индикативных национальных энергетических планов была бы возложена на комиссию по регулированию энергетики. Такой план должен поощрять развитие и использование возобновляемых источников энергии путем, в частности, разработки национальной стратегии координации исследований в области возобновляемых источников энергии и создания благоприятных условий для увеличения инвестиций бизнеса в эффективное и устойчивое производство, распределение и сбыт возобновляемых источников энергии.

Эти широкие национальные и стратегические реформы часто требуют приверженности и руководства правительства на высоком уровне, лучше всего руководствуясь национальным видением планирования и развития или каким-либо другим согласованным на высоком уровне заявлением о цели. Такие реформы требуют регулярного диалога с широким кругом экономических, социальных и экологических заинтересованных сторон.

#### Литература

1. Гуришева Т.П., Семенова Ю.Е. Планирование и финансирование мероприятий по охране окружающей среды и рациональному природопользованию // Интеграция науки и производства. 2019. № 6. С. 174-179.

2. Семенов Р.И. Особенности инновационной функции предпринимательства на современном этапе // Перспективы науки. – 2017. - №1(88). С.45-50.

3. Эколого-экономические основы устойчивого развития территорий // Эколого-экономические основы устойчивого развития территорий: экономика, монография; [под ред. А.А. Курочкиной] – Санкт-Петербург, изд. РГГМУ, 2019 - 165 с.

4. Ялунер Е.В. Проблемы развития предпринимательства в современных условиях // Стратегии развития предпринимательства в современных условиях Сборник научных трудов III международной научно-практической конференции. Санкт-Петербургский государственный экономический университет. 2019. С. 10-12.

## **Economic transformations in the context of greening the economy**

**Kurochkina A. A.<sup>1</sup>, Semenova Yu. E.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian state hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail kurochkinaanna@yandex.ru*

<sup>2</sup> – *Russian state hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail semenjulia69@mail.ru*

Abstract. The article discusses the role of entrepreneurship in reducing environmental degradation and the importance of a sound public policy that promotes sustainable growth in the context of greening the economy.

Key words: resource efficiency; "green" economy; "blue" economy; greening of the economy; ecosystem services.

## Качество жизни и причины миграции северян-горожан (на примере Республики Коми)

Минина О.Г.<sup>1</sup>, Минина А.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>-ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Полярная Академия,  
 г. Санкт-Петербург, россия, sefl@mail.ru

<sup>2</sup>-ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет», институт медицины и  
 экспериментальной биологии, г.Псков, Россия, seflm@yandex.ru

Аннотация. Проблема депопуляции Северных территорий – экологические и социальные причины – рассматриваются авторами на примере республики Коми с резким падением численности населения за последние 30 лет.

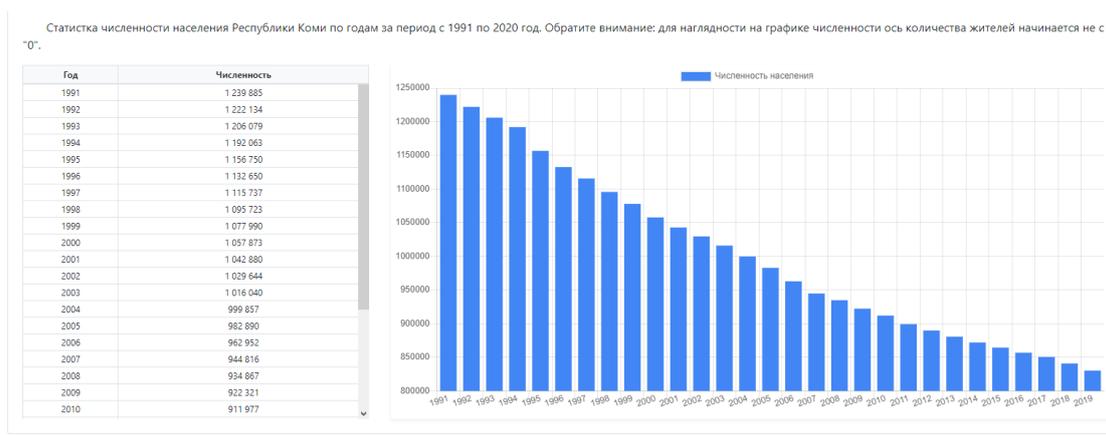
Ключевые слова: Север, республика Коми, внутренние миграции, экология, демография

Проблема устойчивого развития Северных регионов является приоритетной и стратегической задачей Российского государства не только в связи с необходимостью освоения их богатств, но и для укрепления обороноспособности страны, защиты геополитических интересов, в том числе и за счет физического присутствия России на этих территориях. Поэтому улучшению качества жизни северян должно уделяться особое внимание. В то же время на протяжении ряда лет мы сталкиваемся со стабильным оттоком населения из Северных регионов, что хорошо видно на примере Республики Коми.

Так, по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Коми [1]. только за 2019 год миграционная убыль составила 3195 человек и 1472 за неполный 2020 год. Естественная же убыль населения за 2019 год составила 1973 человека, причем 1080, больше половины, приходится на городское население. При населении республики 820473 (по данным на 2020 год) в совокупности эти потери человеческих ресурсов достаточно велики.

Наряду со стремительным старением населения республика Коми сталкивается с таким же стремительным обезлюдением (табл. 1) [2].

Таблица 1 – Общая численность населения республики Коми за 1991 -2020годы



Миграции происходят как внутри республики: переселение из деревень в город и их вымирание (78,22% населения республики проживает в городе – данные на 2019 год), так и выезд из республики в другие регионы России.

В какой мере причиной этого оттока является неблагоприятная экология, климатические или социальные условия, и как северяне-горожане сами оценивают качество своей жизни? Целью исследования было изучение данных вопросов методом анкетирования, интервьюирования и

статистического анализа.

Новизна и практическая значимость данного исследования заключалась в том, что в отличие от большинства существующих работ по данной проблематике (3), посвященных объективным показателям оценки экологии, демографии, стратегического развития Северных регионов, здоровья, физиологии и качества жизни человека на Севере, данное исследование было посвящено изучению субъективных оценок самих жителей Северных городов республики качества своей жизни, которые часто не совпадают с объективными показателями и оценками.

В результате исследования было опрошено 140 человек: 85,7% женщин и 14,3% мужчин; возрастной состав: 17-25 лет – 58,4%, 26-30 лет – 6,5%, 31-40 лет – 18,2%, 41-50 лет – 11,7%, 51-60 лет – 5,2% из Сыктывкара, Воркуты, Ухты.

Были выявлены следующие тенденции. Довольны своей жизнью на Севере – 59,7% горожан, не довольны – 40,3%, но 11,7% довольных – это те, кто уже выехал из Коми республики и проживает в других городах. 77,9% из всех ответивших охотно переехали бы в другой город. Среди причин отъезда с Севера рассматриваются в основном: мало возможностей для трудоустройства- 64,9%, экология и климат – 46,8%, не развита сфера досуга- 41,6%, низкий уровень жизни- 41,6%, плохое медицинское обеспечение- 41,6% слабо развита сфера обслуживания – 37,7%, транспортная удаленность – 35,1%, , низкий уровень образования – 35,1%,. Среди городов для переезда для северян наиболее предпочтительными остаются Санкт-Петербург (как более близкий по климату город Северо-Запада) – 33,8%, в три раза меньше – Москва (всего – 9,1%), но большинство выбирают разнообразные регионы России, в том числе и южные (Белгород, Крым, Казань и т.д.) – 55,8%. То есть, население Севера, возможно еще благодаря программе переселения из районов Крайнего Севера, готово уезжать, и многие горожане рассматривают Север как временное место жительства. К причинам, которые до определенного времени держат людей на Севере, относят: работу, семью, а также психологический страх неизвестности и боязнь потерять работу.

Но выбирая новое место жительства, горожане-северяне выбирают достаточно крупные города, а не села или маленькие провинциальные городки, выдвигая на первый план именно социальные критерии оценки качества жизни. Климат и экология, которые были вторым по значимости определяющим фактором при выезде с Севера, оказываются на почти последнем месте: 1) много возможностей для трудоустройства – 76,6%, 2) хорошо развита сфера досуга- 72,7%, 3)хорошо развита сфера обслуживания- 68,8%, 4) высокий уровень жизни- 67,5%, 5) хороший уровень образования- 61%, 6) хорошее медицинское обеспечение- 50,6%, 7) хорошая транспортная удаленность- 29,9%, 8) хорошая экология и климат – 19,5%. Хотя ситуация с мусорным полигоном в Шиесе, безусловно, тоже отразилась на выборе выезжающих сыктывкарцев.

У северян сложились и свои привычные «пики» выезда: ребенок заканчивает школу и поступает в другой город, а вместе с ним уезжают и родители (особенно характерно для Воркуты), нарабатывается «северная пенсия» и больше ничего не держит. Хотя в связи с пенсионной реформой в Коми, например, за последний год отмечается выезд именно трудоспособного населения среднего возраста, которые уже не ждут «северной» пенсии, а готовы строить карьеру на новом месте.

Таким образом, мы видим, что климатические условия и экологические вызовы, итак создающие стрессовые условия жизни для горожан Севера, которые, как правило, не являются коренными его жителями, усугубляются социальными факторами. И именно в поисках комфортной жизни более высокого качества северяне, когда-то приехавшие на Север для развития этих территорий, «возвращаются» в другие регионы. При низкой плотности коренного населения это грозит депопуляцией северных территорий в ближайшем будущем и ослаблением позиций России на Севере.

### Литература

1. <https://komi.gks.ru/population>
2. <https://численность-населения.рф/республика-коми>
3. Управленческие аспекты развития Северных территорий России // Материалы Всероссийской научной конференции, 20-23 октября 2015г., Часть 3, Сыктывкар, 2015.

### **Life quality and reasons for migration of northern city dwellers (on the example of the Komi Republic)**

**Minina O. G.<sup>1</sup>, Minina, A. I.<sup>2</sup>**

*1-Russian State Hydrometeorological University, Polar Academy, Saint Petersburg, Russia, sefl@mail.ru*

*2-Pskov State University, Institute of biology and experimental medicine, Pskov, Russia,  
seflm@yandex.ru*

Abstract. The problem of depopulation of the Northern territories (environmental and social reasons) is considered by the authors on the example of the Komi Republic, which has had a dramatic demographic decrease over the past 30 years.

Keyword: North, Komi Republic, internal migration, ecology, demography

## Качество экологического законодательства как мера противодействия коррупции

**Никифорова Е.Н.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург?  
demetra1988spb@mail.ru*

**Аннотация:** В статье подчеркивается, что недостатки и дефекты экологического законодательства могут содержать коррупциогенные факторы. Автор делает вывод, что комплексный подход позволит добиться качественного законотворчества и нормативно-правового регулирования обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности, явится мерой противодействия коррупции в сфере охраны окружающей среды, рационального природопользования

**Ключевые слова:** экологическое законодательство, качество закона, противодействие коррупции

Достижение стратегической цели государственной политики в области экологического развития обеспечивается путем решения двуединой задачи: во-первых, формирование эффективной системы управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, предусматривающей взаимодействие и координацию деятельности органов публичной власти, а во-вторых, совершенствование нормативно-правового регулирования обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности. В научной литературе на эти аспекты и ранее обращалось внимание [2].

Предшествующие годы отмечены различными отрицательными проявлениями в законотворческом процессе. В связи с этим ученые направляют свои разработки на преодоление подобных явлений и высказывают предложения, которые направлены на создание совершенной правовой системы и высокоэффективных механизмов правоприменения.

Недостатки, пробелы и дефекты действующего законодательства объясняются тем, что юридическая наука и законотворческая практика не выработали единообразного и целостного представления о комплексе характерных признаков, которыми должен обладать закон надлежащего качества. Следует отметить, что подобная ситуация оказывает негативное влияние на все стадии процесса разработки и принятия законов.

Представляется, что необходимость поиска инструментов, которые бы дали возможность оценить качество законов, и новых методик, и способов улучшения качества действующего законодательства Российской Федерации, является актуальной и своевременной. Актуальность возрастает и в связи с тем, что некачественный закон может содержать коррупциогенные факторы и это создает возможности для различного рода манипуляций коррупционной направленности.

В научных правовых публикациях понятие «качество закона» употребляется в широком значении. Следует отметить, что в основе подобного подхода лежит совокупный анализ социальных, политических и юридических параметров качества закона. Так, А.Н. Филиппов считает, что Конституция Российской Федерации содержит определенные требования к качеству правовых актов. Подробный анализ ее положений позволяет выделить конкретные требования, которые являются вполне определенными, ясными и достаточными для формирования стабильной правовой системы. Конституционные требования к правовым актам в суммарном выражении, по мнению А.Н.Филиппова, составляют модель (стандарт) федерального закона [5, с.5-7].

Для преодоления различного рода негативных явлений в законотворческом процессе Российской Федерации был создан институт правовой экспертизы российского законодательства. Правовая экспертиза призвана стать одним из существенных инструментов, позволяющих оценить качество законодательства в Российской Федерации, сформировать эффективные барьеры для развития коррупционных проявлений во власти и иных негативных тенденций, мешающих эффективности законодательного процесса.

В последнее время продолжением мониторинговой экспертизы стала еще одна форма –

апробация закона. Апробация закона заключается в оценке законопроекта теми, кому его в будущем предполагается применять в ходе практической деятельности. Апробация законопроекта - это оценка его практическими работниками по каким-то характеристикам и определенным критериям, например, понятности заложенных в нем правовых предписаний. По мнению некоторых ученых, наиболее результативной формой апробации является проведение правового эксперимента [3,47; 4,с.124]. И с этим следует согласиться. При этом, правовой эксперимент вероятнее всего проводить локально на какой-то территории и определить временные границы его действия.

Таким образом, в наиболее общем плане можно констатировать, что без соблюдения выработанных наукой, апробированных нормотворческой практикой правил и приемов законодательной техники невозможно достижение высокого уровня качества законотворчества и контроль коррупции даже на стадии разработки проекта закона. Именно законодательная техника, наряду с познанием и использованием объективных социальных закономерностей, национальных традиций и других значимых социальных факторов добивается успеха, если основывается на научном знании и правовой культуре. Экологическое законодательство – комплексная отрасль российского законодательства, оно включает в себя нормы различных отраслей права. Комплексный характер носит и большинство нормативно-правовых актов, входящих в состав экологического законодательства.

Среди российских ученых в течение длительного времени ведутся споры о целесообразности кодификации норм экологического права и разработке Экологического кодекса РФ. На наш взгляд, целесообразно систематизировать все природоохранное законодательство и разработать Экологический кодекс. Подобная работа позволит провести мониторинг всего действующего законодательства в сфере экологии, выявить противоречия, обобщить и систематизировать его [1].

Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что только комплексный подход к решению перечисленных проблем позволит добиться положительных результатов на пути принятия качественного экологического законодательства, что явится мерой противодействия коррупции в сфере охраны окружающей среды, рационального природопользования и будет способствовать повышению эффективности и улучшению деятельности органов публичной власти.

#### **Литература**

1. Демичев А.А., Грачева О.С. Экологическое право: учебник. М.: Прометей, 2017. 348 с.
2. Круглов В.В. Правовое и организационное обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды в процессе хозяйственной и природоохранной деятельности в РФ // Бизнес, Менеджмент и Право. 2016. № 3-4. С. 49 - 54.
3. Мамитова Н.В. Правовая экспертиза российского законодательства: учеб.-практ. пособие/ Н.В. Мамитова. – М.: Норма: ИНФА-М, 2015, с.124.
4. Тихомиров Ю.А. Методология анализа и оценки рисков в законодательной деятельности. //Юридическая техника. 2015. №9. С.47.
5. Филиппов А.Н. Конституционные требования к качеству нормативных правовых актов // Российская юстиция. 2013. № 10. С. 5 - 7.

## **Quality of environmental legislation as an action against corruption**

**Nikiforova E.N.**

Russian state hydrometeorological university ( RSHU), St.Petersburg  
demetra1988spb@mail.ru

**Abstract:** The article emphasizes that the shortcomings and defects of environmental legislation may contain corruptogenic factors. The author concludes that an integrated approach will allow achieving high-quality lawmaking and legal regulation ensure a favorable environment and environmental safety, will be an anti-corruption measure in the field of environmental protection, rational nature management

**Keywords:** environmental legislation, quality of law, anti-corruption

## **Роль минерально-сырьевых центров Арктической зоны РФ в обеспечении экологической безопасности территории**

**Палкин И.И.<sup>1</sup>, Редькина Т.М.<sup>1</sup>, Окрушко В.Я.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»*

*Санкт-Петербург, РФ,  
palkin@rshu.ru, tatjana\_red@mail.ru*

Аннотация. Развитие территорий в новых условиях хозяйствования требует изменения и понятийного аппарата, в ходе чего происходит и переосмысление влияния различных методов на социально-экономическое развитие региона.

Ключевые слова: экология, Арктика, минерально-сырьевые центры

В 2014 году в Правительство РФ Министерством экономического развития Российской Федерации был внесен проект государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны РФ на период до 2020 года и дальнейшую перспективу». Согласно документу, развитие Арктической зоны РФ в плановом периоде должно было осуществляться через систему, так называемых, «опорных зон». Под опорными зонами понимались проекты, связанные с планированием и комплексным обеспечением развития территории Арктики. Обеспечение роста эффективности от реализации таких проектов должно было быть осуществлено посредством развития минерально-сырьевых центров (МСЦ) [3]. При этом, под МСЦ понималась совокупность разрабатываемых и планируемых к освоению месторождений и перспективных площадей, которые характеризовались бы наличием общей инфраструктуры и имели единый пункт отгрузки добываемого сырья в федеральную или региональную транспортную систему.

Уточним, что с точки зрения развития территорий [1], управление МСЦ обеспечивало бы решение задач, связанных не только с развитием ресурсной базы и обеспечивающей инфраструктуры, но и с социально-экономическим развитием регионов РФ в целом. Поэтому с течением времени значимость МСЦ должна была возрасти. Особенностью использования такого метода следует считать то, что уже на начальном этапе реализации проекта регион для наиболее точного определения уровня своего социально-экономического развития в перспективе, должен был оценить имеющийся у него потенциал по наличию на территории месторождений и возможностей для начала их разработки. Кроме того, применение механизма МСЦ требовало оценки будущих поступлений из бюджета, транспортных и энергетических мощностей, кадрового обеспечения, что позволяло, в конечном итоге, оценить перспективы использования МСЦ в процессе социально-экономического развития территории. Для Арктики, ограниченной в доступе к зарубежным технологиям по добыче природных ископаемых, развитию транспортных магистралей по их транспортировке, а также характеризующейся суровым климатом, не являющимся привлекательным для специалистов при отсутствии выработанных со стороны государства стимулов, применение механизма МСЦ становилось бесперспективным [2]. Тем не менее, в 2017 году Правительством РФ была продлена программа социально-экономического развития Арктической зоны до 2025 года. В основу данной Программы были положены меры по созданию восьми опорных зон развития, приоритетными проектами для большинства из которых должны были стать минерально-сырьевые центры. Общий размер привлекаемых инвестиционных средств в Программу оценивался на уровне 160 млрд рублей.

В январе 2018 года в проекте Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года было сформулировано понятие минерально-сырьевых центров, которое в полной мере повторило определение понятия, данное в государственной программе «Социально-экономическое развитие Арктической зоны РФ на период до 2020 года и дальнейшую перспективу». Уточним при этом, что Стратегия базировалась на том, что минерально-сырьевой комплекс страны должен в плановом периоде продолжить играть важную роль в формировании ВВП, федерального и консолидированного бюджета субъектов Российской Федерации, а также

государственных резервных фондов. Таким образом, в более позднем документе поддерживалась значимость МСЦ в социально-экономическом развитии территорий.

В Стратегии пространственного развития Российской Федерации, ориентированной на период до 2025 года, понятие «минерально-сырьевые центры» претерпело некоторые изменения. Так, прежде всего изменения затронули размер месторождений. Если ранее к МСЦ можно было отнести любые месторождения, то теперь размер таких месторождений должен быть только крупным. Кроме этого, исчезло уточнение относительно необходимости наличия единого пункта отгрузки в федеральную и региональную транспортную системы. Таким образом, современная трактовка МСЦ делает независимыми процедуры освоения и транспортировки, что существенно изменяет подход к формированию таких Центров. При этом, стоит отметить, что для Арктики последнее определение МСЦ создает дополнительные преимущества, так как позволяет в большей степени сохранить экологию. Следовательно, пересмотр сущностного содержания МСЦ в целом направлен на обеспечение экологической безопасности территории российской Арктики, что позволяет сделать вывод о перспективности использования данного метода в Арктической зоне РФ в части сохранения экологии.

Таким образом, прежде всего государственное регулирование территории российской Арктики формирует базу для обеспечения экологической безопасности региона [2]. Утверждаемые документы носят стратегический характер и должны быть взаимосвязаны друг с другом. Современный тренд на развитие российской Арктики, как территории с особым статусом стал отличительной характеристикой последних лет. В целом, следует признать последовательность реализуемых на уровне государства мер в направлении развития российской Арктики и признанной в настоящее время важной составляющей – ее экологии.

#### Литература

1. Редькина Т.М., Соломонова В.Н. Особенности реализации политики обеспечения эколого-экономической безопасности. В сборнике: Развитие социокультурной и экономической деятельности в России: региональный аспект. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. 2016. С. 162-167.

2. Соломонова В.Н., Каткова Т.В., Сабанчиева Д.Х. Особенности инновационного управления эколого-экономическим развитием региона // Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 4 (82). С. 195-198.

3. Фирова И.П. Современные подходы к повышению устойчивости экономики в условиях изменения климата // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 5 (71). С. 84-87.

### **The role of mineral resource centers in the Arctic zone of the Russian Federation in ensuring environmental safety of the territory**

**Palkin I.I.<sup>1</sup>, Redkina, T.M.<sup>1</sup>, Okrushko V.Ya.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,*

*palkin@rshu.ru, tatjana\_red@mail.ru*

Abstract. The development of territories in the new economic conditions requires a change in the conceptual apparatus, during which there is a rethinking of the impact of various methods on the socio-economic development of the region.

Key words: ecology, Arctic, mineral resource centers

## Молодежное предпринимательство в условиях «зеленой» экономики

**Панова А.Ю.<sup>1</sup>, Семенов Р.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail : n\_panova08@list.ru*

<sup>2</sup> – *Институт проблем региональной экономики Российской академии наук, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: semenov-roman-93@yandex.ru*

Аннотация. В статье рассматривается роль молодежного предпринимательства в условиях экологизации экономики и предлагается ряд мер по улучшению экосистемы молодежного предпринимательства.

Ключевые слова: молодежное предпринимательство; экологизация экономики; экономическая трансформация.

Молодые люди во всем мире могут играть важную роль в создании изменений, необходимых для инициирования инноваций, ведущих к достижению результатов устойчивого развития. Молодежное предпринимательство может способствовать социальным, экономическим и экологическим инновациям, необходимым для обеспечения устойчивого развития на местном, национальном и глобальном уровнях. [1, с.175] Это требует вовлечения молодежи в процесс разработки политики в качестве законных и значимых заинтересованных сторон. Ключевой основой для директивных органов в этом отношении являются цели устойчивого развития, которые определяют национальную политику во всех областях, в том числе, и в области экологии.

Молодежное предпринимательство может откликнуться на призыв к экономической трансформации и отделению экономики от деградации окружающей среды. Молодые предприниматели должны играть ключевую роль в развитии «зеленой» экономики, выводя на рынок новые продукты для преобразования способа производства, распределения и потребления энергии. В условиях цифровизации современной экономики, такие цели наиболее значимы. [2, с.34] Они могут внедрять на рынке новые технологии, способствующие смягчению последствий изменения климата и влиять на модели потребления общества. [4, с.12] Трансформация экономики для достижения экологизации экономики, роста «зеленого» и «голубого» ее секторов через молодежное предпринимательство требует от политиков принятия ряда важных решений.

Во-первых, трансформация «коричневых» рынков (базирующихся на использовании углеводородов) в сторону экологизации и экономического роста за счет альтернативных источников энергии;

Во-вторых, поощрение предпринимательства и инноваций, направленных как на поддержку, так и на получение выгод от вышеуказанных преобразований;

В-третьих, поддержка молодежного предпринимательства с целью помочь молодым мужчинам и женщинам успешно осваивать новые, разрушительные для «коричневой» экономики и трансформационные рынки. Улучшение экосистемы молодежного предпринимательства и устойчивости: отображение текущего состояния молодежного предпринимательства и устранение любых пробелов или недостатков в поддержке, оказываемой молодежным предприятиям.

Например, Африканский Союз (уже в 2012 год) разработал африканскую комплексную морскую стратегию-2050. Это описание того, как использование ресурсов океанов станет новой экономической силой в XXI столетии, движимой новыми технологиями. Данная стратегия делает экономически целесообразным использование морских ресурсов с учетом демографических тенденций, а также содержит разделы, стимулирующие поиск средств для улучшения продовольственной безопасности и альтернативных источников полезных ископаемых и энергии. Ключевая функция предпринимательства - способствовать экономическому росту и разнообразию. Усилия предпринимателей по созданию и развитию своих фирм приводят к более широким экономическим результатам для глобальной повестки дня в области устойчивого развития.

Национальные правительства должны обеспечить наличие политических установок для преобразования экономики в более устойчивую основу и поощрения инноваций и предпринимательства. [3,с.82] Национальная предпринимательская стратегия, адаптированная к конкретным условиям, должна:

- выделить молодежные группы и определить стратегии для достижения конкретных целей и приоритетов: укрепить связи между развитием «зеленой» и «голубой» промышленности и молодежным предпринимательством, определив четкие целевые группы молодых людей и их способность вносить вклад в достижение экономических, социальных и экологических целей.
- обеспечить согласованность действий в рамках ключевых областей политики и между ними;
- создание синергетического эффекта: согласование политики экономического и социального развития, «зеленого» и «голубого» роста, развития частного сектора, экологического предпринимательства и молодежного предпринимательства.
- назначить ведущее учреждение с целью обеспечения стратегического надзора и координации между всеми государственными органами и содействия сотрудничеству между всеми соответствующими государственными, частными и общинными субъектами.

Таким образом, от директивных органов требуется сбалансировать и, по возможности, интегрировать целый ряд разнообразных политических целей. При этом молодые женщины и мужчины будут рассматриваются как важные участники национального развития предпринимательства, а их чаяния, потребности, ограничения и возможности будут включены в национальный план. Необходим совместный подход к поддержке молодых предпринимателей, который включает в себя доступ к услугам по развитию бизнеса, доступ к финансированию, а также механизмы последующей деятельности и поддержки, такие как консультирование и наставничество. Такая стратегия приведет к улучшению экосистемы для молодежного предпринимательства и будет способствовать устойчивому развитию страны.

#### Литература

1. Гуришева Т.П., Семенова Ю.Е. Планирование и финансирование мероприятий по охране окружающей среды и рациональному природопользованию// Интеграция науки и производства. 2019. № 6. С. 174-179.

2. Десфонтейнес Л.Г., Семенова Ю.Е. Цифровая трансформация бизнеса в период экономической турбулентности// Интеграция науки и производства. 2019. № 6. С. 33-37.

3. Эколого-экономические основы устойчивого развития территорий// Эколого-экономические основы устойчивого развития территорий: экономика, монография; [под ред. А.А. Курочкиной] – Санкт-Петербург, изд. РГГМУ, 2019 - 165 с.

4. Ялунер Е.В. Проблемы развития предпринимательства в современных условиях// Стратегии развития предпринимательства в современных условиях Сборник научных трудов III международной научно-практической конференции. Санкт-Петербургский государственный экономический университет. 2019. С. 10-12.

### Youth entrepreneurship in a green economy

**Panova A. Yu.<sup>1</sup>, Semenov R. I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Russian state hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail n\_panova08@list.ru

<sup>2</sup> – Institute of regional economy problems of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail semenov-roman-93@yandex.ru

Abstract. The article considers the role of youth entrepreneurship in the conditions of ecologization of the economy and suggests a number of measures to improve the ecosystem of youth entrepreneurship.

Key words: youth entrepreneurship; greening the economy; economic transformation.

## Анализ трудовых показателей в Арктической зоне РФ как направление устойчивого развития

**Петрова Е.Е.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия,  
 o.petrova@list.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрено направление устойчивого развития Арктической зоны РФ: достойная работа и экономический рост; проанализированы трудовые показатели; сделаны выводы о прогрессе устойчивого развития в районах Арктики.

Ключевые слова: Арктическая зона РФ, трудовые показатели, устойчивое развитие.

В 2015 году в ООН была принята Повестка в области устойчивого развития до 2030 года. Повестка включает в себя 17 целей и 169 задач. Страны разрабатывают показатели, отражающие текущее состояние и прогресс устойчивого развития. Среди целей выделяется следующая: достойная работа и экономический рост.

В российской Федерации большое внимание уделяется развитию как государства в целом, так и отдельным регионам. Особое внимание нацелено на развитие Арктического региона. Рассмотрим показатели, включающие численность работников и среднюю заработную плату в районах Арктики РФ в таблице 1.

### Анализ трудовых показателей в Арктической зоне РФ

Таблица 1.

| Территории Арктики               | Среднесписочная численность работников, тыс. человек |          |                | Среднемесячная заработная плата, рублей |         |                |
|----------------------------------|--|----------|----------------|---|---------|----------------|
|                                  | 2017   | 2018     | Темп роста, %% | 2017                                    | 2018    | Темп роста, %% |
| Арктическая зона РФ              | 906,4  | 907,2    | 100,1          | 72 493                                  | 78 668  | 108,5          |
| Российская Федерация (справочно) | 31 870,2   | 31 862,1 | 99,9           | 44 907                                  | 49 895  | 111,1          |
| Республика Карелия               | 139,6  | 137,6    | 98,6           | 39 109                                  | 43 900  | 112,3          |
| Республика Коми                  | 250,0  | 245,5    | 98,2           | 50 719                                  | 55 876  | 110,2          |
| Республика Саха (Якутия)         | 284,6  | 299,7    | 105,3          | 67 042                                  | 73 114  | 109,0          |
| Красноярский край                | 181,6  | 182,3    | 100,4          | 70 588                                  | 74 202  | 105,1          |
| Архангельская область            | 289,1  | 286,4    | 99,1           | 44 074                                  | 49 236  | 111,7          |
| Ненецкий автономный округ        | 27,6   | 27,2     | 98,6           | 75 748                                  | 84 880  | 112,0          |
| Мурманская область               | 223,0  | 220,4    | 98,8           | 55 982                                  | 62 274  | 111,2          |
| Ямало-ненецкий автономный округ  | 300,8  | 297,8    | 99,0           | 94 220                                  | 102 180 | 108,4          |
| Чукотский автономный округ       | 26,4   | 26,9     | 101,9          | 94 302                                  | 100 936 | 107,0          |

Из таблицы следует, что в период с 2017 по 2018 гг. показатели среднесписочной численности работников и средней заработной платы в Арктической зоне РФ росли. Однако, если численность в РФ за указанный период снизилась на 0,1%, то в 3 районах Арктики наблюдается прирост численности на 5,3% (Республика Саха), на 1,9% (Чукотский АО) и на 0,4% (Красноярский край).

По остальным районам Арктики происходит снижение численности работников от 1,8% до 0,9% (Республика Коми, Карелия, Ненецкий АО и другие).

Удельный вес работников Арктики по отношению к численности работников РФ в 2017 и 2018 гг. составил 2,8%. Самая высокая численность работников Арктики отмечается в республике Саха (299,7 тыс. чел.), в Ямало-Ненецком АО (297,8 тыс. чел.) и в Архангельской области (286,4 тыс. чел.). Самая низкая численность наблюдается в Чукотском АО (26,9 тыс. чел.) и в Ненецком АО (27,2 тыс. чел.).

При анализе среднемесячной заработной платы видно, что в среднем в Арктическом регионе темп роста указанного показателя ниже (+8,5%), чем в среднем по РФ (+11,1%). В то же время по всем районам Арктики наблюдается рост средней заработной платы. Самый высокий темп роста обнаруживается в республике Карелия (+12,3%), в Ненецком АО (+12,0%) и в Архангельской области (+11,7%). Более низкие темпы роста отмечаются в Красноярском крае (+5,1%), в Чукотском АО (+7,0%) и в Ямало-Ненецком АО (+8,4%).

При сравнении абсолютных показателей видно, что среднемесячная заработная плата в Арктике значительно выше, чем в РФ в 2017 и 2018 гг., более, чем в 1,5 раза.

Самая высокая среднемесячная заработная плата наблюдается в Ямало-Ненецком АО (102 180 тыс. руб.), в Чукотском АО (100 936 тыс. руб.) и в Ненецком АО (84 880 тыс. руб.). Самая низкая заработная плата отмечается в Республике Карелия (43 900 тыс. руб.), в Архангельской области (49 236 тыс. руб.) и в Республике Коми (55 876 тыс. руб.). Высокие уровни заработной платы связаны со сложными климатическими условиями, в которых проживают работники Арктического региона. В целом можно сделать вывод о том, что уровень жизни в Арктической зоне РФ по трудовым показателям растет.

#### Литература

1. Региональная статистика. Арктическая зона РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/regional\\_statistics/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/regional_statistics/) (дата обращения 02.03.2020)

2. Петрова Е.Е. Внедрение принципов охраны окружающей среды в хозяйственную деятельность предприятий РФ на современном этапе // Глобальный научный потенциал. Материалы IX международной научно-практической конференции «Роль науки в развитии общества (перспективные технологии, науки о жизни)». – 2017. - № 10 (79) – 0,3 п.л. (с. 159-162).

3. Чалганова А.А. Роль государства в обеспечении устойчивого развития территорий на примере управления муниципальными отходами. Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. – 2017.- т.11 № 6. – (с. 107-109).

### **Analysis of labor indicators in the Arctic zone of the Russian Federation as a direction of sustainable development**

**Petrova E.E.**

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, o.petrova@list.ru*

Annotation. The article considers the direction of sustainable development of the Arctic zone of the Russian Federation: decent work and economic growth; labor indicators are analyzed; conclusions are made about the progress of sustainable development in the Arctic.

Key words: Arctic zone of the Russian Federation, labor indicators, sustainable development.

## **Анализ дифференциации экономического эффекта использования гидрометеорологической информации по видам экономической деятельности**

**Рыбанова А.Ю.<sup>1</sup>, Фокичева А.А.<sup>2</sup>, Воробьева Л.Н.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – ФГБУ ВНИИГМИ-МЦД, г. Обнинск, Россия, [aribanova@meteo.ru](mailto:aribanova@meteo.ru)

<sup>2</sup> – «Научно-методический центр Метеоэксперт», г. Москва, Россия

Аннотация. Выполнен анализ экономического эффекта, полученного в 2019 году от использования гидрометеорологических данных и информационной продукции по видам экономической деятельности, наиболее подверженных влиянию условий погоды.

Ключевые слова: экономический эффект, вид экономической деятельности, опасные гидрометеорологические явления.

Изменчивость климатических условий влечет за собой увеличение опасных явлений погоды, которые отрицательно влияют на социальную и экономическую жизнь общества. Для обеспечения устойчивого развития экономики и защиты жизнедеятельности общества социально-экономические структуры широко используют в своей деятельности гидрометеорологические данные и информационную продукцию Росгидромета.

Деятельность Росгидромета заключается в предоставлении актуальной гидрометеорологической информации, что вносит большой вклад в минимизацию социальных потерь (гибель людей) и экономических ущербов от опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) и неблагоприятных условий погоды. Своевременное и эффективное использование информации о реальном и прогнозируемом состоянии окружающей среды при осуществлении погодозависимой деятельности позволяет получить значимый экономический эффект (ЭЭ). Обычно, под экономическим эффектом понимается экономический результат или прирост между первоначальным и полученным итогом в результате внедрения интенсивных технологий и организационно – экономических мероприятий. В контексте рассматриваемой проблемы ЭЭ достигается за счет получения выгод, обусловленных полезностью гидрометеорологической информации. Экономический эффект измеряется как разность между денежным доходом от деятельности и денежными расходами на ее осуществление. Доходная часть ЭЭ от использования информационной гидрометеорологической продукции отражает предотвращенный ущерб в отраслях экономики, полученный благодаря заблаговременности составления и доведения до пользователей прогнозов погоды, и в том числе, опасных гидрометеорологических явлений, и принятию ими соответствующих превентивных мер. Отметим, что ЭЭ рассчитывается при использовании прогнозов за определенный период времени. Очевидно, что успешный прогноз ОЯ, имевшего место в данный период может составить значительную долю ЭЭ за счет большого предотвращенного ущерба, полученного в результате совместной деятельности организаций Росгидромета и пользователей гидрометеорологических прогнозов. Неточные прогнозы (ошибки-пропуски, ошибки-страховки), увеличивают затраты пользователей гидрометеорологической информации.

Росгидромет на регулярной основе проводит работу по определению экономического эффекта от использования информационной продукции в различных отраслях экономики. Так, суммарный ЭЭ в 2019 г. составил 41 млрд., 957 млн., 900 тыс. рублей. По основным видам экономической деятельности в процентном выражении ЭЭ составил: транспорт (водный (морской и речной), воздушный, наземный (автотранспорт, железнодорожный и трубопроводный)) и связь – 36,1%; производство и распространение электроэнергии, газа и воды – 33,8%; сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство – 9,4% от суммарного экономического эффекта от использования гидрометеорологической информации.

При анализе дифференциации экономического эффекта от использования гидрометеорологической информации в различных видах экономической деятельности необходимо учитывать следующие факторы: взаимосвязь ЭЭ с площадью территории,

обслуживаемой территориальными организациями Росгидромета (УГМС), *численность населения* на данной территории; *валовый региональный продукт* (ВРП); виды ОЯ, воздействующих на экономику данного региона, их *предупрежденность, повторяемость, интенсивность и продолжительность*.

Результаты, полученные в настоящей работе, показывают, что необходимо разработать комплексные критерии, позволяющие соотносить уровень экономического развития региона, сложность гидрометеорологических условий и эффективность обслуживания данного вида экономической деятельности. Кроме того, анализ затруднен отсутствием единой методологической базы оценки ЭЭ. Решение этих задач позволит проводить корректное сопоставление результатов, полученных УГМС, и определять эффективность предоставления обслуживания.

В заключение отметим, что развитие и укрепление взаимодействия организаций Росгидромета и пользователей информационной продукции позволит более эффективно использовать информационные гидрометеорологические ресурсы и, следовательно, будет способствовать росту показателей экономической полезности гидрометеорологической информации.

### **Analyzing differentiation of the benefit of using hydrometeorological information by the types of economic activity**

**A.Yu. Rybanova<sup>1</sup>, A.A. Fokicheva<sup>2</sup>, L.N. Vorobyova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *RIHMI-WDC, Obninsk, Russia, aribanova@meteo.ru*

<sup>2</sup> *Advanced Training Institute, Moscow, Russia*

Abstract. The benefit of using hydrometeorological data and information products in 2019 is analyzed with respect to the types of economic activity that are most vulnerable to weather effects.

Key words: benefit, type of economic activity, hydrometeorological hazards

## **Пересмотр стратегических решений при реализации инноваций в условиях изменения климата в Арктике**

**Соломонова В.Н.<sup>1</sup>, Редькина Т.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»*

*Санкт-Петербург, РФ, solomvn@yahoo.com*

<sup>2</sup> *ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»*

*Санкт-Петербург, РФ tatjana\_red@mail.ru*

Аннотация. Изменение климата стало драйвером роста интереса к освоению и развитию Арктики. В этих условиях Россия должна сохранить и расширить присутствие на территории с тем, чтобы обеспечить реализацию стратегических мер, определенных государством.

Ключевые слова: инновационные направления развития, Арктика, стратегические цели

Развитие любых территорий базируется на стратегических документах, разрабатываемых и утверждаемых на государственном уровне. Изменение экономических условий хозяйствования, климата, общественной позиции, размеров финансового обеспечения, инструментов регулирования, методик расчета требует внесения соответствующих корректив. Для зон, отличных по своим характеристикам от других территорий, утверждение правовой базы на длительный период времени является особенно актуальным, и в настоящее время должно быть признано приоритетным. К таким территориям можно отнести и Арктику.

Изначально характеризующаяся значительным ледовым покровом Арктика, в последнее время претерпевает изменения. Эти изменения становятся вызовами, скорость реагирования на которые определяет дальнейший тренд развития страны в целом. Это положение, среди других, повлияло на то, что в настоящее время освоение и развитие Арктики вызывает интерес у ряда государств.

В настоящее время в нашей стране закончила действие Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года, результатами которой были намечены изменения в комплексном социально-экономическом развитии Арктической зоны РФ, развитие науки и технологий, создание современной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечение экологической безопасности, налаживание международного сотрудничества на территории Арктики, обеспечение военной безопасности. Достижение указанных ориентиров предусматривалось за счет внедрения инновационных технологий, стимулирования реализации новых проектов хозяйственного освоения арктических территорий, развития арктического туризма, повышения энергоэффективности и пр. Всё это в той или иной степени можно признать инновациями, спровоцированными складывающимися условиями хозяйствования. При этом, уточним, что для Арктики основным таким условием является климат, изменение которого требует принципиально нового подхода к освоению и развитию территории [3].

Окончание срока действия Стратегии развития Арктики до 2020 года совпало с глобальным изменением климата [1]. Отметим, что снижение уровня ледового покрова наблюдалось в последние тридцать лет, однако 2019 год был признан одним из самых теплых для всего мира за всю историю инструментальных метеонаблюдений, которые ведутся со второй половины XIX века. Важным, при этом, становится то, что в России темпы потепления значительно превысили средние мировые показатели.

В результате, таяние льдов, с одной стороны, может привести к изменению природной среды Арктики, а, с другой, - оказать влияние на условия освоения и использования имеющихся на территории ресурсов. Такие возможности могут быть с разной скоростью восприняты и реализованы заинтересованными в использовании территории Арктики государствами. В такой ситуации прорыв со стороны российских ученых, представителей власти, бизнеса, финансовых

структур должен продемонстрировать сплоченную работу по методической подготовке документов, обеспечивающих практическую реализацию планов с учетом сложившихся условий [2].

В связи с необходимостью проработки всех составляющих, намеченный к утверждению в декабре 2019 года Указ президента РФ «Об основах госполитики в Арктике и нацбезопасности до 2035 года» до настоящего времени находятся на стадии рассмотрения. К настоящему времени уже признано, что Указ станет первым документом, который получил широкую общественную поддержку.

Так, в частности, Указ должен стать частью системы документов новой арктической стратегии, в которую также войдут федеральный закон об особом экономическом режиме Арктической зоны, стратегия, определяющая цели, задачи, механизмы и этапы развития Арктической зоны России до 2035 года, и новая госпрограмма, которая будет содержать специальные механизмы развития Арктической зоны и их финансовое обеспечение. Документ должен объединить мероприятия нацпроектов и госпрограмм, инвестиционные планы инфраструктурных компаний, программы развития арктических регионов и городов. Особое внимание в документе будет уделено качеству жизни человека на территории Арктики. Таким образом, в документ войдут меры по социально-экономическому, экологическому и инфраструктурному направлениям.

Таким образом, в условиях перехода к интенсивному и устойчивому развитию на территории Арктики должен быть соблюден баланс экономического роста, развития социальных благ и сохранения благоприятной экологической обстановки. На обеспечение этой устойчивости должны быть ориентированы такие сегменты экономики, как инновационный, высокотехнологический, индустриальный и креативный. В результате, на примере Арктики можно наблюдать, как инновации оказывают влияние на стратегически ориентированные документы, разрабатываемые и утверждаемые на государственном уровне власти.

#### Литература

1. Редькина Т.М., Каткова Т.В., Соломонова В.Н. Государственная политика Российской Федерации на территории Арктики// Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 6 (96). С. 187-189.
2. Редькина Т.М., Фирова И.П., Палкин И.И., Глазов М.М. Обеспечение профессиональной деятельности в Арктической зоне с использованием новых инструментов устойчивого развития. Монография / Санкт-Петербург, 2019.
3. Редькина Т.М., Соломонова В.Н. Инновационная составляющая региональной стратегии адаптации к климатическим изменениям. В книге: Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 688-689.

### **Review of strategic decisions when implementing innovations in the context of climate change in the Arctic**

**Solomonova, V.N.<sup>1</sup>, Redkina, T.M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, solomvn@yahoo.com*

<sup>2</sup> *Russian state hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, tatjana\_red@mail.ru*

Abstract. Climate change has become a driver of growing interest in the development of the Arctic. In these circumstances, Russia must maintain and expand its presence on the territory in order to ensure the implementation of strategic measures determined by the state.

Key words: innovative directions of development of the Arctic strategic objectives

## Проблемы обеспечения эколого-экономической безопасности Арктики

Фирова И.П.<sup>1</sup>, Редькина Т.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»  
Санкт-Петербург, РФ, irinafigova@yandex.ru

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»  
Санкт-Петербург, РФ, tatjana\_red@mail.ru

Аннотация. Перспективное развитие Арктики в современных условиях требует придания этой территории особо статуса с учетом особенностей как экологического, так и экономического характера.

Ключевые слова: Арктика, безопасность, эколого-экономические показатели

Проблема обеспечения экологической безопасности является для Арктики существенной, однако решения по ее преодолению носят эпизодический характер. Так, на сегодня по-прежнему основным документом в этой области остается Стратегия экологической безопасности до 2025 года, утвержденная в апреле 2017 года, в которой среди основных угроз для Арктики выделена опасность разлива нефти и нефтепродуктов, что приводит к негативному воздействию на окружающую среду в длительной перспективе. При этом, вызовы экологической безопасности разделяются на глобальные, внутренние и внешние. Одной из целей государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности в Стратегии выделены меры по формированию устойчивого развития экономики. Таким образом, Стратегия экологической безопасности напрямую связывает решение проблем экологии с экономическим развитием территории.

В самой Стратегии непосредственно Арктика упоминается в контексте определения опасностей. Во всех остальных случаях предлагаемые меры носят обобщенный характер. Тем не менее, для Арктики становится важным, что при реализации государственной политики существенное место занимает экологическое развитие [3]. Помимо этого, повышается значимость таких решений, озвученных на государственном уровне, как развитие национальных институтов государственной экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду, введение института экологической оценки документов стратегического и территориального планирования, учет и категорирование объектов промышленности по степени экологического риска.

Авторы считают, что меры, регламентированные в Стратегии экологической безопасности до 2025 года, должны согласовываться с мероприятиями Основ госполитики в Арктике и нацбезопасности до 2035 года. В [2] были выделены группы угроз, оказывающих влияние на уровень социально-экономического развития территории, среди основных из них можно выделить климатические условия, сложность освоения территории, удаленность от промышленных центров и низкую устойчивость экологических систем. Отметим, что все угрозы связываются с определенной сферой деятельности. При этом, для экономической сферы угрозы представлены большинством факторов.

Таким образом, вопросы экологического и экономического развития применительно к зоне Арктики находят отражение в ряде правовых документов, где рассматривается их обоюдное влияние, однако указанная взаимосвязь не находит отражения в названии этих документов. Это приводит к необходимости конкретизации мер при регулировании деятельности в Арктике с учетом сложившихся на территории особенностей и необходимости придания Арктике нового статуса, например, макрорегиона или территории прямого федерального назначения [1]. Источник таких преобразований заложен в необходимости применения по отношению к Арктике особых мер регулирования, которые были бы возможны при получении Арктикой какого-либо статуса.

Прежде всего, это касается создания для территории собственной нормативной базы и фиксации принципов дальнейшего освоения территории.

Такой базой могут выступать принципы устойчивого развития Арктики при соблюдении баланса между нуждами экономики и социально-экологическим развитием. Данный подход уже признан наиболее актуальным из-за отличных от иных территорий условий деятельности на территории Арктики, прежде всего порождаемых суровым климатом, который является, с одной стороны сдерживающим фактором для развития отраслей и сфер деятельности, а, с другой – требует индивидуализации мер, которые будут применимы только для условий Арктики [1]. При этом, у иных приарктических государств также существует интерес к освоению Арктики и регулированию деятельности на ее территории. Однако, для всех участников освоения Арктической зоны до сих пор не найдено универсального решения, позволяющего всем сторонам придерживаться рамочных требований, что ещё в большей степени затрудняет процесс регулирования деятельности в зоне Арктики.

Тем не менее, в настоящее время при расчете индекса устойчивого развития регионов, в частности Арктического региона, учитываются три группы параметров: социально-экономические, эколого-экономические и социально-экологические. При этом, если к первой группе отнесены наиболее общие показатели, такие, как миграционный отток, валовый региональный продукт на душу населения и пр., то ко второй – доля затрат на охрану окружающей среды в бюджете, соотношение темпов прироста запасов и добычи важнейших минерально-сырьевых ресурсов, удельный вес возобновляемых источников воспроизводства ресурсов и др., а к третьей – рост ожидаемой продолжительности жизни коренных малочисленных народов, наличие региональных и муниципальных программ по адаптации населения и хозяйственных систем к климатическим изменениям, доступ к качественному питьевому водоснабжению и др., т.е. более специфичные показатели.

Таким образом, в современных условиях на государственном уровне управления предпринимаются усилия не только по созданию базовых положений по развитию Арктики, но и по формированию методик расчета, учитывающих специфические показатели, по результатам анализа которых территория Арктики будет существенно отличаться от деятельности других регионов, что требует утверждения для Арктической зоны отличных регулятивных мер. Реализация этого положения становится возможной при закреплении за Арктикой особого статуса. Определение данного статуса продолжается до настоящего времени.

#### Литература

1. Палкин И.И., Редькина Т.М., Окрушко В.Я. Обоснование статуса Арктики, как территории прямого федерального подчинения В сборнике: Инновационная кластеризация науки и практики в условиях цифровизации. Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. 2020. С. 133-135.
2. Фирова И.П. Современные подходы к повышению устойчивости экономики в условиях изменения климата // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 5 (71). С. 84-87.
3. Фирова И.П., Бикезина Т.В. Проблемы рационального управления и формирования эффективных мер в целях содействия устойчивому и безопасному развитию окружающей среды // Глобальный научный потенциал. 2017. № 9 (78). С. 124-127.

## **Problems of ensuring environmental and economic security of the Arctic**

**Firova I.P.<sup>1</sup>, Redkina, T.M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Russian state hydrometeorological Universit,y St. Petersburg, Russia, irinafirova@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Russian state hydrometeorological Universit, Saint-Petersburg, Russia, tatjana\_red@mail.ru*

Abstract. The long-term development of the Arctic in modern conditions requires that this territory be given a special status, taking into account both environmental and economic characteristics.

Key words: Arctic, security, environmental and economic indicators

## Проблема своевременной актуализации нормативной базы экономического регулирования природоохранной деятельности

**Хуснимарданов И.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, [mordanov.iljas@mail.ru](mailto:mordanov.iljas@mail.ru)

Аннотация. В статье рассмотрены способы экономического регулирования сбросов сточных вод и осуществлено их сравнение. Путем прямого расчета раскрыта проблема низкой эффективности рассмотренных мер экономического стимулирования хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: концентрация, загрязняющие вещества, расчет платы, железо общее.

В статье 3 Федерального закона от 10.01.2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» одним из принципов, на которых основывается хозяйственная и иная деятельность в Российской Федерации, указана платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде, что по своей сути является одной из мер экономического регулирования в области охраны окружающей среды.

Рассмотрим механизм экономического регулирования в области охраны окружающей среды при сверхнормативном сбросе загрязняющих веществ в водные объекты и в городские канализационные сети.

К возможным штрафным санкциям при сверхнормативном сбросе загрязняющих веществ в канализационные сети Санкт-Петербурга можно отнести: плату за негативное воздействие на канализационные сети, плату за превышение ПДК, штраф за нарушение Правил холодного водоснабжения и водоотведения (ст.8.1 КоАП РФ) [1, 2].

К возможным штрафным санкциям при сверхнормативном сбросе загрязняющих веществ в водный объект Санкт-Петербурга можно отнести: применение коэффициента 25 или 100 при расчете платы за негативное воздействие на окружающую среду, ущерб, причиненный окружающей среде, штраф за нарушение правил водопользования (ст.8.14 КоАП РФ) [3, 4].

В таблице 1 представлены результаты расчета платы за негативное воздействие на канализационные сети и платы за превышение ПДК.

Таблица 1 – Результаты расчета платы за негативное воздействие на централизованные канализационные сети и платы за превышение установленных Правительством Санкт-Петербурга норм по водоотведению.

| № п/п                   | Наименование ЗВ | ФК, мг/дм <sup>3</sup> | ДК <sub>негативка</sub> , мг/дм <sup>3</sup> [1] | Q <sub>пр</sub> , м <sup>3</sup> | П <sub>негативка</sub> , тыс. руб. | ДК <sub>прев.ПДК</sub> , мг/дм <sup>3</sup> [5] | П <sub>прев.ПДК</sub> , тыс.руб. |
|-------------------------|-----------------|------------------------|--|----------------------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|
| Площадка №1, 22.04.2016 |                 |                        |  |                                  |                                    |   |                                  |
| 1                       | Железо общее    | 37                     | 5  | 3292,31                          | 1760,253                           | 2,8   | 20,101                           |
| 2                       | Марганец        | 1                      | 1  |                                  | -                                  | 0,45  | 3,996                            |
|                         | ВСЕГО           | -                      | -  | -                                | 1760,253                           | -   | 24,097                           |
| Площадка №2, 13.03.2018 |                 |                        |  |                                  |                                    |   |                                  |
| 1                       | Железо общее    | 38                     | 5  | 7426,95                          | 4094,935                           | 2,8   | 46,671                           |

Ежемесячные штрафные платы по площадкам могут составить порядка 4 млн.руб. Кроме того, Правилами холодного водоснабжения и водоотведения предусмотрена обязательная разработка плана по соблюдению требований к составу и свойствам сточных вод. При условии не разработки такого плана и возможного аннулирования декларации о составе и свойствах сточных вод, вышеуказанные суммы могут быть увеличены в 4 раза.

В соответствии со ст.8.1 КоАП РФ за нарушение Правил холодного водоснабжения и водоотведения предусмотрена административная ответственность в виде предупреждения или штрафа в размере от 20 до 100 тыс. руб. на юридическое лицо (на должностное лицо – от 2 до 5 тыс. руб.).

Расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду для площадки «Центр творчества» представлен в таблице 2. В виду того, что на площадке превышения по качеству сточных вод допущены не были, для наглядности расчета смоделируем превышение содержания железа в ливневой воде в 2 раза. Так же рассчитаем плату за негативное воздействие на окружающую среду и ущерб, по условиям (объем и концентрация по железу) площадки № 2.

Таблица 2 - Расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду и ущерба, нанесенного окружающей среде с учетом негативного сценария

| № п/п  | Наименование ЗВ                    | Фактическая концентрация, мг/дм <sup>3</sup> | Допустимая концентрация, мг/дм <sup>3</sup> | Объем отведенной сточной воды, м <sup>3</sup> /мес. | Плата за негативное воздействие на ОС, руб. | Ущерб нанесенный окружающей среде, руб. |
|--|------------------------------------|--|---|---|---|---|
| Площадка «Центр творчества»  |                                    |  |   |   |   |   |
| 1  | Железо общее                       | 0,1  | 0,1   | 2429,158  | 1,56  | -                                       |
| 2  | Железо общее (негативный сценарий) | 0,2  | 0,1   | 2429,158  | 40,59                                       | 859,12                                  |
| Площадка № 2 (моделирование ситуации при сбросе сточных вод в водный объект) |                                    |  |   |   |   |   |
| 1  | Железо общее                       | 38   | 0,1   | 4094,935  | 24937,46                                    | 548886,45                               |

Нарушение правил водопользования при сбросе сточных вод в водные объекты влечет наложение административного штрафа на должностных лиц - от 9 до 20 тыс. руб., на юридических лиц - от 80 до 100 тыс. руб. или административное приостановление деятельности на срок до 90 суток.

Таким образом, очевидно, что сверхнормативная плата сброса загрязняющих веществ, с превышением в 2 раза, не является эффективной мерой воздействия на недобросовестных природопользователей. При сравнении аналогичных условий сброса и моделировании ситуации для площадки № 3 сравнительны взыскания, рассчитанные в таблицах 1 и 2. Так, штрафные санкции при сбросе загрязняющих веществ в канализационные сети в 7,2 раза превышают штрафные санкции при сбросе загрязняющих веществ в водный объект при равных условиях. При этом, стоит учитывать, что сточные воды, сбрасываемые в канализационные сети Санкт-Петербурга будут очищены силами ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

Система повышающих коэффициентов требует серьезного пересмотра в сторону повышения платы за негативное воздействие на окружающую среду. Данные значения штрафных санкций так же являются для многих природопользователей незначительными. Применяемые повышающие коэффициенты и ставки платы неактуальны на сегодняшний день.

### Литература

1. Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 года № 644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».
2. Порядке взимания платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации Санкт-Петербурга с превышением установленных норм, утверждена Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 19.10.2004 года № 1677.
3. Федеральный закон от 10.01.2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ст. 16.3).
4. Приказ Минприроды РФ от 13 апреля 2009 года № 87 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства».
5. Распоряжение Комитета по энергетике и инженерному обеспечению Правительства Санкт-Петербурга от 08.11.2012 года № 148 «Об установлении нормативов водоотведения по составу сточных вод в централизованные системы водоотведения Санкт-Петербурга».

**The problem of timely updating of the regulatory framework  
for economic regulation of environmental activities**

**Khusnimardanov I.I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *RSHU, Saint-Petersburg, Russia, mordanov.iljas@mail.ru*

Abstract. The article also considers methods of economic regulation of wastewater discharges and compares them. By direct calculation, the problem of low efficiency of the considered measures of economic stimulation of economic activity is revealed.

Key words: concentration, pollutant, the calculation of fees, the iron general.

## Политика адаптации народного хозяйства к изменению климата<sup>10</sup>

**Яковлева Е.Н.**

*Вологодский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Вологда, Россия, e-mail: yem2a@mail.ru*

Аннотация. В работе обоснована актуальность совершенствования политики адаптации экономики к изменению климата. Показаны возможные инструменты адаптационной стратегии и тактики.

Ключевые слова: климатические риски, адаптация к изменению климата.

Результаты многолетних наблюдений за погодой и климатом свидетельствуют о глобальных процессах климатических изменений в XX - нач. XXI вв. [2-5 и др.]. В науке определен широкий спектр фактических и потенциальных воздействий хозяйственной деятельности на климат [3, 5, 7 и др.], но гораздо меньше научных оценок посвящено стратегическим последствиям и эффективности процессов адаптации к изменению климата [2, 4, 6 и др.]. Климатические риски со временем могут усилить конкуренцию за земельные и водные ресурсы, приводить к банкротству компании и домохозяйства в случае их неспособности финансово компенсировать убытки от стихийных бедствий. Задачи адаптации хозяйственных систем к климатическим изменениям, снижения потенциальных потерь от возможных природных катаклизмов должны решаться в рамках подсистемы управления экологическими рисками, в том числе на государственном уровне в составе экологической промышленной политики. Вместе с тем, в РФ отсутствует эффективная система управления природно-климатическими рисками.

Проведенное исследование позволило сформулировать ряд положений:

1. Проблема оценки природно-климатических рисков осложняется спецификой этого вида рисков: климатические изменения имеют прогрессирующий характер; их природа до конца не изучена; совокупное воздействие естественных и антропогенных факторов вызывает синергетические эффекты в погодных и гидрометеорологических условиях; изменение климата меняет вероятность наступления событий природно-климатических рисков, что затрудняет использование статистических и экспертных методов ее оценки.

2. Для разработки концептуальных основ управления природно-климатическим риском предложена обобщающая модель его оценки как сумма произведения вероятностей на величину потенциального ущерба; разработана система количественных показателей, характеризующих величину и интенсивность негативного антропогенного и техногенного влияния на климат, а также методика оценки климатической безопасности через построение карты климатических рисков [1].

3. В РФ сегодня отсутствуют национальный и региональные механизмы регулирования природно-климатическими рисками. Для устранения данного пробела в стадии обсуждения находится проект федерального закона «О государственном регулировании выбросов парниковых газов и о внесении изменений в некоторые законодательные акты», где предусмотрено введение лимитов эмиссии парниковых газов для субъектов экономики. Принятие законопроекта актуально в целях реализации положений Парижского соглашения по изменению климата.

4. Адаптация региональной экономики к изменению климата должна включать два механизма: стратегический и тактический.

5. Адаптационная стратегия имеет целью искоренение антропогенных причин изменения климата и создание адаптивных экономических систем, способных гибко реагировать на

---

<sup>10</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), научный проект № 18-010-00549 «Методология и инструментарий управления инновациями в целях минимизации климатических рисков»

возникновение событий природно-климатического риска. Необходимыми условиями достижения данной цели является научно обоснованная оценка природно-климатических рисков, скоординированность федеральной и региональной политики, комплексный подход к решению проблем. К стратегическим инструментам относятся лицензирование, сертификация, налогообложение, субсидирование, стандартизация и нормирование и т.д. Ключевой составляющей адаптационной стратегии должно являться стимулирование инновационной активности действующих предприятий и создание условий для создания новых инновационных компаний. Инновации часто имеют цели роста производительности и сокращения издержек, в результате снижается потребление энергии, материальных ресурсов, уменьшается образование и выбросы парниковых газов. Такие инновации, сочетающие экономическую эффективность с критериями достижения экологических целей, носят название наилучших доступных технологий (НДТ). В нашей стране активно идет процесс разработки институциональных основ внедрения НДТ в хозяйственную деятельность: понятие НДТ закреплено в федеральном законодательстве, определены правила определения, перечень областей, утверждены справочники НДТ и т.д. С 2019г. принят к реализации федеральный проект «Внедрение наилучших доступных технологий» с запланированным размером финансирования 2427,3млрд. руб., что составляет 60% от плановых расходов по нацпроекту «Экология», в структуру которого он входит. В то же время механизмы внедрения НДТ пока отсутствуют. Так, по данным официального сайта Счетной палаты Российской Федерации исполнение расходов на реализацию федерального проекта «Внедрение наилучших доступных технологий» в 2019 году составило 0%.

6. Адаптационная тактика направлена на последовательное снижение ущерба от негативных последствий изменения климата в краткосрочной перспективе. К ее инструментам относятся меры по совершенствованию прогнозирования, контроля, организационной поддержки, финансового обеспечения ликвидации последствий опасных гидрометеорологических явлений (страхование и хеджирование природно-климатических рисков, создание специализированных резервных фондов бюджетных средств) и другие. Ввиду значительной протяженности территории и высокой дифференциации природно-климатических и социально-экономических условий жизнедеятельности особое значение приобретают региональные тактические механизмы адаптации.

Государственная политика адаптации народного хозяйства РФ к изменению климата только начала формироваться. Она должна стать частью экологической промышленной политики, и требует выработки системы стратегических и тактических инструментов.

#### Литература

1. Яковлева, Е.Н. Методические подходы к оценке природно-климатических рисков в целях устойчивого развития государства / Е.Н. Яковлева, Н.Н. Яшалова, Д.А. Рубан, В.С. Васильцов // Ученые записки РГГМУ. 2018. № 52. С. 120-137.
2. Banwell N., Chu C., Rutherford S., Mackey B. Towards improved linkage of disaster risk reduction and climate change adaptation in health: a review // International journal of environmental research and public health. 2018. Vol. 15. № 4. P. 793.
3. Bos K., Gupta J. Climate change: the risks of stranded fossil fuel assets and resources to the developing world // Third world quarterly. 2018. Vol. 39. № 3. P. 436-453.
4. Giles A.R., Stadig G.S., Strachan S.M., Doucette M. Adaptation to aquatic risks due to climate change in Pangnirtung, Nunavut // Arctic. 2013. Vol. 66 (2). P. 207-217.
5. Hejlova D. Public perception of climate change issues: detecting potential reputational risks // Czech journal of social sciences, business and economics. 2014. Vol. 3. № 2 (2). P. 6-15.
6. Mazurczyk T., Piekielek N., Tansey E., Goldman B. American archives and climate change: risks and adaptation // Climate risk management. 2018. Vol. 20. P. 111-125.
7. Yin Y., Ma D., Wu S. Climate change risk to forests in China associated with warming // Scientific reports. 2018. Vol. 8. № 1. P. 493-518.

## **Policies for adaptation of the national economy to climate change**

**Yakovleva E.N.**

*The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Vologda branch,  
Vologda, Russia, e-mail: yenm2a@mail.ru*

Abstract. The work justifies the relevance of improving policies to adapt the economy to climate change. Possible tools of adaptation strategy and tactics are shown.

Key words: climate risks, adaptation to climate change.

Секция 6.

«НАУЧНАЯ КОММУНИКАЦИЯ: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ФОРМИРОВАНИЕ  
КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ»

**Роль английского языка в формировании профессиональной коммуникативной компетенции**

**Дектерев С.Б.<sup>1</sup>, Осокина Н.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,  
s.dekterev@spbu.ru*

<sup>2</sup> – *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

Статья посвящена анализу роли английского языка в формировании профессиональной компетенции уровня аспирантуры. Основной целью является освещение вопросов преемственности в преподавании иностранного языка в вузе.

Ключевые слова: иностранный язык, профессиональные коммуникативные компетенции, методика преподавания иностранного языка.

Вопросы популяризации науки и профессии ученого в современной России представляются амбициозной задачей, нашедшей отражение как в национальных проектах «Наука» и «Образование», так и в программе популяризации научной, научно-технической и инновационной деятельности Минэкономразвития России, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 24 июня 2017 года. Реализация программы рассчитана на 5 лет, с 2019 по 2024 годы, ее основная цель видится, прежде всего, в повышении уровня осведомленности общества о результатах научной и научно-технической деятельности, инновационных продуктах и решениях [1]. Появление настоящей программы не в последнюю очередь вызвано желанием правительства и научного сообщества разрешить существующие проблемы слабой позиции России в рейтинге стран мира, осуществляющих научные исследования и разработки в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития. В связи с последним возрастает роль иностранного языка в формировании профессиональной компетенции для ознакомления мирового научного сообщества с достижениями российских ученых. Особую значимость приобретают вопросы преемственности преподавания иностранного языка уровня аспирантуры.

В условиях поликультурной и многоязычной среды очевидной целью дисциплины «Иностранный язык» уровня аспирантуры должно стать развитие у обучающихся иноязычной профессиональной коммуникативной компетенции для эффективного самостоятельного общения в академической и профессиональной сферах, в частности, в рамках обучения английскому языку необходимо познакомить обучающихся с особенностями англоязычного дискурса научного описания, включающего ознакомление с требованиями к структуре, стилю, выбору грамматических и лексических средств изложения научного текста. Для достижения поставленной цели обучающимся предстоит овладеть основными стратегиями работы с аутентичными источниками информации на английском языке по теме научного исследования и приобрести навыки представлять результаты своих исследований в устной форме на международных форумах/конференциях и письменно в форме аннотаций/тезисов/статей. В последнее время в связи с санитарно-эпидемиологическими ограничениями особую роль приобретают навыки представления результатов научных исследований в цифровом формате: видео презентации, вебинары и проч. [2, 3]

Для успешного приобретения профессиональных навыков научной коммуникации значимая роль отводится интерактивным занятиям, построенным как на освоении материала учебно-

[Введите текст]

методических комплексов, так и на примерах конкретных работ и публикаций; осуществляется обсуждение образцов и моделей; поощряется работа в парах и малых группах, индивидуальные выступления [4].

Важной частью обучения является самостоятельная работа в поисковых системах Интернет, как например, поиск, анализ и последующее обсуждение образцов научных статей на английском языке и правил их написания. Для активизации самостоятельной работы участникам курса предлагается ряд индивидуальных заданий: краткая автобиография – Academic CV; корпус речевых структур и словосочетаний по теме научного исследования; критическое резюме английской статьи /главы из книги – Critical Summary; аннотированная библиография (список использованной литературы) - Annotated bibliography list - для статьи/научного исследования; заявка участника конференции; стендовый доклад – Poster presentation или презентация PowerPoint; аннотация на английском языке статьи, подготовленной по теме своего научного исследования; написание черновика статьи на английском языке.

Важным принципом конструирования содержания учебных занятий является их открытость, что предполагает использование в качестве образовательной среды различных дополнительных информационных массивов телекоммуникации, которые наиболее оперативно реагируют на происходящие изменения в соответствующей сфере знания.

#### Литература

1. Законы, кодексы и информативно-правовые акты Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/doc/programma-populjarizatsii-nauchnoi-nauchno-tekhnicheskoi-i-innovatsionnoi-dejatelnosti-utv-minekonomrazvitija/> (дата обращения: 27.08.2020).
2. Кочкарева И.В. Организация студенческих онлайн конференций: типичные ошибки. – Чебоксары: Развитие образования, 2020. № 2 (8). С. 74-78.
3. Мазницин А.Д. Требования к сети Интернет для проведения онлайн конференций в СНГ. – Голая Пристань: Colloquium-journal, 2020. № 9-1 (61). С. 34-35.
4. Федорова Н.Ю. Диагностика результатов обучения профессионально ориентированному иностранному языку. – СПб.: Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина, 2017. № 4. С. 227-236.

### The role of English in the formation of professional communicative competence

Dekterev S.B.<sup>1</sup>, Osokina N.Y.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, s.dekterev@spbu.ru

<sup>2</sup> – Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

The article is an analysis of the role of the English language in the formation of professional competence at the postgraduate level. The main goal is to highlight the issues of continuity in teaching a foreign language at university.

Key words: foreign language, professional communication competencies, methods of teaching a foreign language.

## Графическая организация материала в процессе чтения профессионально-ориентированных текстов

Зайцева Е.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский Гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, kat-04@rambler.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются приемы графической организации информации при чтении профессионально-ориентированных текстов на иностранном языке, которые основывается на выделении и систематизации базовых понятий.

Ключевые слова: чтение на иностранном языке, профессионально-ориентированное чтение, графические организаторы информации.

В современном обществе ключевую роль играют навыки работы с информацией, в том числе и письменной, которые включают умения извлекать, анализировать, осмысливать и оценивать информацию.

В Федеральном образовательном стандарте высшего образования сказано, что выпускники высших учебных заведений должны уметь работать с информацией не только на русском, но и на иностранном языке, т.е. владеть «способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия» [ФГОС ВПО].

Говоря о профессионально-ориентированном чтении, следует заметить, что молодому специалисту необходимо владеть не столько референтным, сколько информативным типом чтения, поскольку референтное чтение подразумевает лишь общий взгляд на основную тему текста, в то время как информативное предполагает извлечение смысловой информации иноязычного текста.

Как показывает практика, результаты обучения профессионально-ориентированному иноязычному информативному чтению чаще неудовлетворительны, поскольку всего лишь небольшой процент выпускников неязыковых вузов владеют иностранным языком в той мере, которая позволяет им извлекать информацию из иноязычных текстов (т.е. осуществлять информативное чтение) в процессе их профессиональной деятельности.

У студентов неязыковых факультетов трудности в понимании профессионально-ориентированных текстов на иностранном языке возникают из-за того, что им нужно прочитать, понять, самостоятельно разобраться с научным текстом, перевести научные положения на язык доступный самому студенту, выделить логические связи построения текста, а для этого нужно учиться работать с информацией. Пониманию профессионально-ориентированных текстов на иностранном языке может способствовать структурирование информации, ее графическое представление.

Графическая организация материала (graphic organizers) используется для активизации мыслительной деятельности студентов, создавая новые идеи, соединяя части в целое, анализируя причины и следствия [20]. Графические организаторы – это визуальное представление информации, которое основывается на выделении и систематизации базовых понятий, а также включает систему знаний о предмете и отношения между понятиями [8].

Графические организаторы могут быть разных типов и используются для достижения различных образовательных целей (обеспечить освоение учащимися фактов, понятий, терминов; установить и понять причины, значение, этапы и т.д.). Выделяют следующие варианты графического представления информации: ментальные карты, денотатный граф, кластеры (существует несколько структурных моделей кластера), концептуальные таблицы, пирамида фактов, стратегия «Пузыри», диаграмма Венна.

Работа с графическими организаторами может проводиться как на основании всего текста, так и с отдельной лексической единицей. Студенты могут использовать информацию,

[Введите текст]

представленную на сайте <http://visuwords.com>, где содержится информация о частях речи, к которым принадлежит лексическая единица, графически демонстрируются отношения между лексемами. Анализ дефиниций позволяет обучаемым работать с аутентичными ресурсами и увеличивать (расширять) словарный объем профессионально-ориентированной лексики. Кроме того, методы визуализации организуют и направляют мыслительный процесс, позволяют студентам с разным уровнем подготовки понять и проанализировать информацию. Применение профессионально-ориентированной лексики способствует расширению словарного запаса студентов, что в свою очередь способствует активизации критического мышления, и, следовательно, прочному усвоению информации и применению полученных знаний в будущей профессиональной деятельности.

#### Литература

1. Федеральные Государственные Стандарты Высшего Образования.  
URL: <http://fgosvo.ru/news/>
2. Халперн Д. Психология критического мышления. СПб. : Питер, 2000. 503 с.
3. Bromley K., DeVitis L.I., Modlo M. 50 Graphic Organizers for Reading, Writing & More. N.Y. : Scholastic Professional Books, 1999.
4. The Use of Graphic Organizers to Enhance Thinking Skills in the Learning of Economics// Hong Kong Curriculum
5. Development Institute. Personal, Social and Humanities Education Section. Education Department. 2001. P. 104. URL: <http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/kla/pshe/references>.

### **Graphic organization of information in the process of reading profession – oriented texts**

**Zaytceva E.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>– *RSHU, Saint-Petersburg, kat-04@rambler.ru*

Abstract. The article considers the methods of graphic organization of information when reading professionally-oriented texts in a foreign language. This method is based on the identification and systematization of basic concepts.

Keywords: reading in a foreign language, professionally-oriented reading, graphic organizers of information.

## **ФГОС как нормативно-правовая, методическая и концептуальная основа экологического образования РФ (на примере начального образования)**

**Зайцева М.В.**

*НПО ГОИ им.С.И.Вавилова, Санкт-Петербург, РФ, mariam.82@mail.ru*

Аннотация: Для достижения и реализации принципов устойчивого развития Федеральные стандарты в РФ имеют ключевую роль в формировании высокого уровня образования в сфере ООС на всех этапах: от дошкольного до профессионального.

Ключевые слова: устойчивое развитие, экологическое образование в РФ, государственные стандарты, экологическая культура и воспитание

**Zaitseva M. candidate of geographical sciences**

*SPA State Optical Institute named after S.I.Vavilov, St. Petersburg, Russia*

Abstract: To achieve and implement the principles of sustainable development, Federal standards in the Russian Federation have a key role in shaping a high level of education in the field of environmental protection at all stages: from pre- school to professional

Keywords: Sustainable Development, Environmental Education in the Russian Federation, State Standards, Environmental Culture and Education

Разработка общепрофессиональных компетенций, знаний, умений и навыков в области охраны окружающей среды (ООС) для включения в федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС), а также методологическое, программное и учебно-методическое сопровождение реализации экологической составляющей ФГОС начального, основного и среднего (полного) общего образования на основе Концепции общего экологического образования являются приоритетными направлениями наравне с остальными 102 направлениями государственной политики в области экологического развития РФ [1].

В современной практике комплексной актуализации системы образования, повышения ее эффективности и всесторонней корректировки с учетом аспектов устойчивого развития (УР) наибольшее внимание по праву уделяется профессиональному образованию в сфере ООС. Тем не менее, приоритетными задачами государственной политики в области экологического развития является не только специальное образование в сфере ООС и повышение квалификации специалистов подобного рода, но и обеспечение направленности процесса воспитания и обучения на формирование экологически ответственного поведения, экологической культуры и экологически ответственного мировоззрения [2]. В аспекте перечисленных задач особое значение приобретает интеграция экологической составляющей в школьное образование на всех этапах. Развитию системы экологического образования и просвещения определена высокая оценка среди приоритетных направлений решения основных задач в области обеспечения экологической безопасности РФ [3].

В последние годы наблюдается тенденция повышенного внимания к экологической составляющей на всех уровнях образования в РФ. В 2019-2020 гг во всех программах начальной школы традиционной и развивающей систем подготовки, согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС), предметные результаты освоения основной образовательной программы среди прочих должны отражать обществознание и естествознание (включение учебных предметов, например «Окружающий мир»).

Среди обязательных предметных областей и основных задач реализации содержания обществознания и естествознания («Окружающий мир») в начальной школе, выделяют 4 основных направления:

1. уважительные отношения к семье, истории, культуре и природе нашей страны;
2. осознание ценности, целостности и многообразия окружающего мира, места в нем;

[Введите текст]

3. безопасное поведение в повседневной жизни, в опасных и чрезвычайных ситуациях.

4. формирование психологической культуры и компетенции для обеспечения эффективного и безопасного взаимодействия в социуме [4].

Упомянутый документ разрабатывался с 2009 по 2012 год, относится ко Второму поколению образовательных стандартов и действует до 2020 г. Его особенность в развитии универсальных учебных умений, то есть способности самостоятельно добывать, анализировать и преподносить информацию с использованием технологий и коммуникации с людьми. На этом базируется большинство заданий, построенных с акцентом на проектную и внеурочную деятельность, в т.ч. курса «Окружающий мир». Что вполне обосновано, т.к. педагоги и психологи отмечают - отношение к природе у младших школьников в первую очередь проявляется в познавательной сфере. Этому способствует 2 фактора: 1) значимость в их жизни учебной деятельности (увлечение процессом познания; стратегия поведения узнавания нового); 2) приобретённое умение читать (возможность самостоятельного получения информации) [5].

Однако на практике реализации настоящего ФГОС в начальной школе возникают сомнения, что умение читать для проектного обучения является достаточным условием самостоятельного получения и обработки информации. Очевидно, что воспитание и образование цельной, многогранной и самостоятельной личности не тождественно образованию личности, которая использует информацию, преимущественно собранную и обработанную родителями. К тому же данный способ использования информации реализуем при соблюдении ряда условий: родители активно и ежедневно принимают участие в проектной и внеурочной деятельности ребенка, обладают для этого достаточным временем, техническими и образовательными ресурсами, а также удовлетворительным уровнем компетенции. Безусловно, роль семьи в образовании ребенка является одной из ключевых составляющих, но не должна становиться обеспечением гарантии выполнения проектных работ учеников, превращая процесс обучения в начальной школе в соревнование родителей, когда последние готовят проекты, а дети учат доклады по ним.

На данный момент российское образование стоит на пороге перехода на новые ФГОС Третьего поколения, окончание которого запланировано на сентябрь 2021 года. В настоящее время образовательные программы разных школ отличаются, а результаты обучения не детализированы. Главной задачей новых ФГОС 2020 заявлена конкретизация требований к обучающимся. Другими словами, предполагается, что помимо общих установок на формирование определённых компетенций они определяют чёткие требования к предметным результатам по каждой учебной дисциплине.

Но в то же время, в контексте затронутой проблемы, остро встает вопрос целесообразности включения в изучение «окружающего мира» Интернета в различных его проявлениях (из Проекта нового ФГОС: использование с приставкой «безопасное» Интернет-ресурсов и мессенджеров, коммуникации в социальных группах, использовании личных финансов, поиск достоверной информации, определение мошеннических действий по их характерным признакам и т.д.). Интернет подразумевает работу с большим объёмом данных (нередко бессистемных и самого разного рода), которые пользователь должен самостоятельно структурировать. Ученики начальной школы в силу возрастных особенностей не в состоянии справляться с задачами подобного рода. Оставление этих разделов поведет за собой усиление родительского участия (реально выполнения заданий за ребенка).

В противовес – популяризация в новом Стандарте сбора, обработки и применения традиционных форм системной и структурированной информации (устной, письменной, текстовой, визуальной) создает условия реализации когнитивных потребностей младших школьников, повышает уровень их самостоятельности и ответственности за учебный процесс, а также унифицирует возможности и перспективы всех учеников, не зависимо от того по какой программе они проходят обучение.

#### Литература:

1. План действий по реализации «Основ государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года» (Распоряжение Правительства РФ от 18.12.2012 N 2423-р)

[Введите текст]

2. «Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года», утв. Президентом РФ от 30 апреля 2012 г.
3. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (Указ Президента РФ от 19.04.2017 N 176)
4. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 6 октября 2009 г. N 373)
5. Ясвин В.А. Психология отношения к природе. М.: Смысл, 2000.

### **Виды аудирования и способы контроля сформированности аудитивных навыков при обучении иностранному языку в высшей школе.**

**Медко Е.А.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> – Российский Государственный Гидрометеорологический Университет,  
Санкт-Петербург, Россия,  
medko.katerina@yandex.ru*

Аннотация: В данной статье говорится о важности развития навыков аудирования при обучении студентов иностранному языку. Дается пояснение относительно различных видов аудирования, а также представлены способы контроля сформированности этих навыков.

Ключевые слова: аудирование, учебное аудирование, коммуникативное аудирование, вид речевой деятельности, уровень понимания, аудитивные навыки.

С учётом современных требований и подходов к изучению иностранного языка, в основе подготовки студентов должен лежать принцип формирования навыков работы с аутентичным материалом (текстами из оригинальных источников). При обучении иностранному языку на первый план выходят такие виды речевой деятельности как чтение (работа с графическим текстом) и аудирование (работа с аудиотекстом).

Аудирование является рецептивным видом речевой деятельности, который представляет собой одновременное восприятие и понимание речи на слух [2, с. 91].

Аудирование включает в себя следующие аудитивные навыки: 1) слухо-произносительные навыки, то есть доведенную до автоматизма способность безошибочного, быстрого восприятия и узнавания фонетического кода; 2) рецептивные лексико-грамматические навыки [4, с. 115-118].

Важным представляется различие коммуникативного аудирования как вида речевой деятельности и учебного аудирования [2, с. 102]. В процессе учебного аудирования происходит формирование речевого слуха и навыков узнавания лексико-грамматического материала и умений понимания и оценки прослушанного. Коммуникативное аудирование является целью обучения и представляет собой сложное речевое умение понимать речь на слух при её одноразовом воспроизведении.

Учебное аудирование (Guided listening) – выступает в качестве средства обучения, служит способом введения языкового материала, создания прочных слуховых образов языковых единиц, составляет предпосылку для овладения устной речью и развития коммуникативных умений аудирования. Оно допускает многократное прослушивание одного и того же материала, что обеспечивает более полное и точное понимание аудиотекста. Особую роль в учебном аудировании играет снятие трудностей и распознавание опор, выполнение упражнений, направленных на совершенствование деятельности памяти, внутренней речи, прогнозирования [1, с. 20-22].

Коммуникативное аудирование (Communicative listening) – рецептивный вид речевой деятельности, нацеленный на восприятие и понимание устной речи на слух при её одноразовом прослушивании. Принято выделять виды коммуникативного аудирования в зависимости от коммуникативной установки (учебного задания), ориентирующей на то, какой должна быть широта и глубина понимания.

Учитывая данные психологии о ступенчатом характере понимания, предлагается следующее  
[Введите текст]

деление: 1) уровень фрагментарного понимания; 2) уровень общего / глобального понимания; 3) уровень полного / детального понимания; 4) уровень критического понимания.

Поскольку уровень фрагментарного понимания свидетельствует о несформированности умения слушать, то упражнения, с помощью которых проверяется степень глубины, точности и полноты понимания, должны относиться только к трем уровням (2-4), с их помощью может быть выявлена и фрагментарность понимания.

Для уровня общего понимания (Skim listening / Listening for gist) характерно, прежде всего, понимание темы как смыслового ядра текста, которое базируется на уяснении ключевых слов – смысловых опорных пунктов текста. Сформированность данного уровня проверяется путем: ответов на вопросы общего характера; тестов множественного выбора (multiple choice); передачи основного содержания на родном / иностранном языке; перечисления основных фактов в той последовательности, в которой они даны в тексте; составления плана в форме заголовков к смысловым кускам; выделения ключевых слов / реалий; определения типа текста и основной темы; соотнесение заголовка с содержанием текста [5, с. 232].

Уровень полного понимания (Listening for detailed comprehension) предполагает наличие умений совмещать слушание с несложной логико-смысловой деятельностью. На базе механизмов вероятностного прогнозирования и слуховой памяти в рамках полного понимания формируется умение восстанавливать пробелы в понимании. Данный уровень предполагает понимание деталей и отдельных фактов, а также умение отделять главное от второстепенного. Сформированность умений полного понимания проверяется с помощью: ответов на вопросы, касающиеся общего содержания и отдельных деталей / фактов; составления развернутого плана; пересказа на иностранном языке с опорой на рисунки (схемы, ключевые слова или план); составления резюме / оценки текста; невербальных способов проверки: составление схемы, таблицы; деления текста на смысловые куски (cloze test) и озаглавливания их; заполнения пропусков.

Заполнение пропусков основывается на механизмах вероятностного прогнозирования. В зависимости от языковой подготовки учащихся и сложности текста может быть пропущено каждое третье (более трудный вариант) и каждое одиннадцатое-двенадцатое слово (лёгкий вариант) [1, с. 20-22].

Уровень критического понимания (Critical listening) связан с оценкой аудиотекста, с интерпретацией содержания и смысловой обработкой воспринятой информации. Этот вид аудирования включает в себя способность отличить факты от мнений, оценить точку зрения автора (говорящего), делать умозаключения, понимать подтекст [2, с. 101]. Уровень критического понимания проверяется с помощью заданий проблемного характера. Например: составление рецензии, оценка прослушанного текста; составление аннотации, реферата; сравнение различных точек зрения; определение объективности суждений; обоснование согласия или несогласия с выводами автора; проведение интервью; организация бесед или дискуссий.

Можно выделить также аудирование с выборочным извлечением информации или «выяснительное» аудирование (Listening for partial comprehension / Selective listening) [3, с. 225]. Задача этого вида аудирования – вычленив в речевом потоке необходимую или интересующую информацию, игнорируя ненужное. Такой информацией могут быть важные аргументы, детали, ключевые слова, примеры или конкретные данные: даты, числа, имена собственные и географические названия. Быстрое и безошибочное восприятие чисел и дат требует интенсивной, длительной тренировки, а понимание имен собственных и географических названий опирается на фоновые знания, представления о ситуации и участниках общения.

#### Литература

1. Елухина, Н.В. Обучение слушанию иноязычной речи / Н.В. Елухина // Иностранные языки в школе. – 1996. №5. – С. 20-22.
2. Колесникова, И.Л. Англо-русский терминологический справочник по методике преподавания иностранных языков / И.Л. Колесникова, О.А. Долгина. – СПб.: Русско-Балтийский информационный центр «Блиц»; Cambridge University Press, 2001. – 224 с.
3. Кулиш, Л.Ю. Виды аудирования. Общая методика обучения иностранным языкам:

[Введите текст]

хрестоматия / Л.Ю. Кулиш. – М.: Русский язык, 1991. – С. 224-238.

4. Field, J. Skills and strategies: towards a new methodology for listening / J. Field // *ELT Journal*. - 1998. – P. 110-118.

5. Rost, M. *Listening in Language Learning* / M. Rost. – Longman, 1993. – 385 p.

### **Types of listening and means of control of listening skills in teaching students a foreign language.**

**Medko E.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>– *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia,*  
*medko.katerina@yandex.ru*

**Abstract:** This article reveals the importance of developing listening skills when teaching students a foreign language. Different types of listening are commented and means of control of listening skills are presented.

**Key words:** listening, guided listening, communicative listening, type of speech activity, scope of understanding, listening skills.

### **Трансформация и контаминация паремий в современном языковом пространстве (структурно-семантический аспект)**

**Травина Л. Е.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>– *ФГБОУ ВО РГТМУ, Россия, Санкт-Петербург*  
*l.travina@rshu.ru*

**Аннотация:** В статье рассматривается структурно-семантический аспект трансформаций и контаминирования паремий в современном языковом пространстве как один из способов понимания восприятия окружающей действительности.

**Ключевые слова:** трансформация, контаминация, паремия, структурно-семантический аспект.

Особое внимание контаминированным паремиям было уделено в начале двадцать первого века в связи с новым этапом бурного развития современных технологий. На тот момент уже не вызывало сомнений, что контаминация (один из подтипов структурно-семантических трансформаций) подразумевает определенные изменения. Под структурно-семантическими преобразованиями, вслед за выдающимися учеными фразеологами А.М.Мелерович и В.М.Мокиенко, будем понимать смысловые преобразования, связанные с изменением лексического состава и/или грамматической формы пословицы (1: 4). Объединяя фразеологические единицы в группы, В.М. Мокиенко описал такой тип преобразований, в основу которого была положена общность структуры и семантики. При этом изменения в семантике он напрямую связывал с трансформацией структурной модели, обеспечивающей устойчивость и воспроизводимость фразы (2: 52). Поэтому изучение структурно-семантического аспекта фразеологического контаминирования в сфере паремиологии представляется, на наш взгляд, до сих пор остается наиболее актуальным в связи с быстрым изменением восприятия окружающей действительности, особенно у молодого поколения.

Интертекстовые единицы способны подвергаться трансформациям, свойственным только им. В свою очередь, контаминация паремий - это объединение частей пословиц, интертекстовых единиц, отдельных слов, а в некоторых случаях и имплицитированное, или скрытое объединение, предполагающее додумывание, предположение (в зависимости от фоновых знаний слушателя,

читателя), то на основании установленных закономерностей каждая их этих единиц может изменяться.

В соединенных частях разных паремий не наблюдается лексической неподвижности, несмотря на данный факт, схема построения остается фиксированной: порядок слов, наличие определенных, ограниченных в варьировании грамматических форм, а иногда – определенных служебных слов. Например: «Бог не выдаст, мужик не перекрестится», «гром не грянет – свинья не съест», «готовь сани летом, а честь смолоду».

Установить закономерности процесса появления новых паремиологических единиц, обнаружить смысловые оттенки, обеспечивающие их особую экспрессивность, коннотативность, в применении к материалу пословиц, можно с помощью метода структурно-семантического моделирования. При изучении контаминированных паремий нами ранее были выделены 5 моделей по типу образования при трансформации паремий: паремия + слово (не-паремия) («сколько волка ни корми – ни пуха, ни пера», «любви все возрасты по барабану», «что русскому хорошо, то англичанину не по карману»; паремия + паремия («после драки в зубы не смотрят», «сколько волка ни корми, а он все равно ест»; реже встречающаяся паремия + паремия + паремия («чья бы корова мычала, а паршивая овца борозды не испортит, «слово не воробей: упадет с воза, не вырубешь топором»; паремия + паремия + слово (не-паремия) («на чужой вершок не разевай корешок»; особый тип («Аладдину все до лампочки», «баба с возу – землетрясение в 5 баллов».

Происходящие события в мире (в первую очередь пандемия и как последствия значительные изменения в привычных условиях жизни людей) приводят к новому этапу появления контаминированных паремий на злобу дня: «друг познается на социальной дистанции». «что русскому насморк, то немцу – смерть», «самоизоляцию пережить – не поле перейти», «семь пятниц на неделе, когда работаешь из дома», «где родился – там и сиди на карантине», «на Бога надейся, а руки-то помой», «а ВОЗ и ныне там...», «паршивая овца все эпидемиологические меры портит», «свой на свояка чихает издалека» и т.д. Все приведенные примеры можно соотнести с моделями трансформации паремий, описанными нами ранее. Для современного дискурса включение в текст речи контаминированных паремий можно рассматривать как инновационный подход, который способен поддерживать заинтересованность слушающих, читающих в течение всего процесса общения (личного или виртуального) и создавать благоприятную эмоциональную обстановку для участников коммуникации. Если вспомним, то одной из функций паремий является развлекательная. Единственное, о чем не стоит забывать, - использование этих образований должно быть уместным, корректным и соответствовать целям и задачам всей речи.

При контаминации паремий с паремиями и не-паремиями («у семи докторов пациент без маски», «чем бы дитя не тешилось, лишь бы в веб-камеру не лезло», «семь пятниц на неделе, когда из дома работаешь» и т.д.) получаются сочетания со следующими новыми значениями: или с переносным, обобщенным и/или с прямым. Параллельно с этим усиливаются экспрессивность, образность новых образований за счет экспликации, импликации, парадигматики и др. и подчиняются принципам варьирования, описанными для фразеологизмов и пословиц. Контаминации паремий более разнообразны по своей структуре и многозначны по сравнению с контаминациями устойчивых выражений, словосочетаний.

Контаминированные паремии являются единицами языка и единицами речи. Особый интерес с точки зрения богатого материала они представляют как статичные единицы языка, т.к. необходимы для анализа семантики на базе структурного изменения/ или не изменения выражения. Особо стоит отметить, что исходная паремия и контаминированная имеют чаще всего парадигматические отношения. Как единицы речи интересны своей большой интерпретируемостью, но не беспредельной (в связи с ограниченностью смыслового наполнения).

### Литература

1. Мелерович А.М., Мокиенко В.М. Фразеологизмы русской речи. Словарь. М.: Русские словари, 1997.

2. Мокиенко В.М. Славянская фразеология. 2-е изд., испр. и доп. М.: Высшая школа, 1989.

### **Transformation and contamination of paremias in the modern linguistic space (structural and semantic aspect)**

**Travina L. E.**

*RSHU, Russia, St. Petersburg, l.travina@rshu.ru*

Abstract: The article considers the structural and semantic aspect of transformations and contamination of paremias in the modern language space as one of the ways to understand the perception of the surrounding reality.

Key words: transformation, contamination, paremia, structural and semantic aspect.

### **Использование жаргонной лексики в социополитическом дискурсе (по материалам современной прессы)**

**Троцюк С.Н.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет,  
г. Санкт-Петербург, Россия, svetlana.trocuk@mail.ru*

Аннотация. В современной российской прессе заметно актуализировалось употребление просторечной и жаргонной лексики, в том числе лексики из криминального мира. Само проникновение в кодифицированный литературный язык просторечия, арготизмов, жаргонизмов и т.д. – явление обычное и существовало всегда, о чем свидетельствуют многие работы лингвистов XX и XXI веков.

Ключевые слова: социум, жаргонная лексика, дискурс, нормативный язык, литературный язык, экстралингвистические факторы, лингвистические факторы, пресса.

Любой язык является неотъемлемой частью социума на нем говорящего и не существует вне своего национального социума, т.е. является значимой частью его культуры, обеспечивающей коммуникацию членов социума в его национально-культурном пространстве. Можно сказать, что все культурное достояние человечества создается, опираясь на естественный язык, благодаря языковому общению (непосредственному или опосредованному письменными текстами), либо существует в языковых знаках (в письменных или устных формах).

Современная пресса представляет обширный материал для наблюдения за процессом концептуализации жаргонной лексики, особенно криминального характера. К наиболее часто употребляемой в прессе жаргонной лексике относят: беспредел, разборка, наехать, доить, прокол, кинуть и т.д. и все производные от них.

Причинами актуализации жаргонной лексики в социополитическом дискурсе являются экстралингвистические и лингвистические факторы. Экстралингвистический фактор, на наш взгляд, преобладает над лингвистическим. Это объясняется тем, что социальные, политические, экономические перемены в стране вызвали у народа неоднозначную реакцию, которая затем вербализировалась в слове, в речи. Любые изменения в стране, отражающиеся на жизни людей, познаются и осознаются на ментально-когнитивном и эмоционально-психологическом уровне. Новые реалии номинируются, старые переосмысляются, приобретают новые значения или уходят в пассив, а психологические эмоции выражаются в оценочной и жаргонной лексике.

Второй фактор – лингвистический. Причины использования жаргонной лексики разные. Во –первых, это желание газетчиков быть ближе к своей аудитории, а поэтому стараться говорить на её языке. Во-вторых, падение культуры речевого вкуса, вкуса к русскому слову, вместе с тем провозглашенная свобода, воспринятая как вседозволенность буквально во всем, в том числе и в прессе. В-третьих, многие жаргонные слова по своему концептуальному содержанию более емкие, точно передающие мысль, и меткие по своей эмоциональной выразительности. Эти качества многих жаргонизмов не могут не привлекать внимания журналистов, да и в речи носителей языка они употребляются по той же причине, а не только как проявление языковой агрессии или выражения социальной протестности.

Использование жаргонизмов, сленгизмов, диалектизмов, просторечия и т.д., не связанное официальными рамками (на работе, собраниях, конференциях и т.д.) понятно и, вероятно, оправдано. Однако, наши газеты злоупотребляют такой лексикой, которая вызывает раздражение у большей части образованного, культурного населения и наносит огромный вред молодому поколению, у которого еще не сформировалось языковое чутье, и вульгарный жаргонный язык они воспринимают как нормальный, т.е. нормативный литературный.

И если есть опасность усвоения молодыми носителями русского языка такой нелитературной его формы, то для иностранных студентов вовсе не существует границ понимания литературный или нелитературный язык, который он слышит за пределами учебной аудитории, тем более видит и читает на страницах прессы. Поэтому преподавателю русского языка как иностранного в процессе чтения и работы с текстами российской прессы со студентами-иностранцами необходимо знакомить их с жаргонной лексикой, но предупреждать о нежелательном или крайне осторожном ее использовании.

Как справедливо пишет В.В. Костомаров: «Постоянное присутствие жаргонизмов в письменных текстах ведет к их "замораживанию", как бы стабилизирует и, конечно, снижая их жаргонность. Отрываясь от жаргона, такие единицы теряют свой экспрессивный аромат, т.е. мотив обращения к ним, и со временем могут стать просто принадлежностью литературного стандарта».

#### Литература

1. Химик В.В. Поэтика низкого, или Просторечие как культурный феномен. – М., 2019.
2. Костомаров В.Г. Языковой вкус эпохи. Из наблюдений над речевой практикой масс-медиа. – СПб, 2000.
3. Мокиенко В.М., Никитина Т.Г. Большой словарь русского жаргона. – СПб, 2000.

### **The use of jargon in the socio-political discourse (based on the materials of the modern press)**

**Trotciuk S.N.**

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education Russian State Hydrometeorological University,  
St. Petersburg, Russia, svetlana.trocuk@mail.ru*

Abstract. In the modern Russian press, the use of colloquial and slang vocabulary, including vocabulary from the criminal world, has become noticeably relevant. The very penetration into the codified literary language of colloquialisms, argotisms, jargonisms, etc. is a common phenomenon and has always existed, as evidenced by many works of linguists of the XX and XXI centuries.

Key words: society, slang vocabulary, discourse, normative language, literary language, extralinguistic factors, linguistic factors, press.

## Типология лексических переводческих ошибок как основа для разработки методики обучения переводу научных текстов

Федорова Н.Ю.<sup>1</sup>, Ярмухамедова Ф.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный метеорологический университет,  
 Санкт-Петербург, Россия, natajfedorova@rambler.ru

<sup>2</sup> – Российский государственный метеорологический университет,  
 Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье представлена типология основных лексических ошибок, допускаемых студентами при переводе английских научных текстов. Рассмотрены причины возникновения ошибок и предложены приемы обучения, направленные на их профилактику.

Ключевые слова: профессионально ориентированное обучение английскому языку, научный текст, перевод, термин, лексические переводческие ошибки

Обучение переводу профессиональных текстов было и остается важной задачей курса иностранного языка для студентов вузов [1,2]. В то же время, несмотря на возросшую сложность программы, количество аудиторных часов, отведенных на изучение иностранного языка в неязыковом вузе, не увеличилось. Так как преподаватель на занятиях может уделить умениям перевода весьма ограниченное время, особенно остро стоит вопрос оптимизации методики обучения переводу.

В данной статье изложены результаты исследования, направленного на выявление и классификацию ошибок, характерных для перевода научных текстов студентами экологических специальностей.

В классификации ошибок выделяются лексический, морфологический, синтаксический, социокультурный и стилистический уровни. Наиболее распространёнными среди них являются лексические ошибки, вызывающие особые трудности у обучающихся при переводе с английского языка специальных текстов. Основную трудность перевода на лексическом уровне представляет перевод терминов [3]. Если однозначные термины довольно легко поддаются переводу студентами, то **многозначные термины** – это большая для них проблема. Обычно они используют первые значения терминов, приведённые в общих словарях, усвоенные ими ранее, тогда как в научных текстах, например, *development* – «разработка», а не «развитие», *design* – «проектирование», а не «дизайн», *performance* – «исполнение, работа, результаты деятельности», а не «представление» и т.п..

С довольно большими проблемами сталкиваются студенты при переводе **омонимов** (слова, совпадающие по форме, но различные по лексическому значению), например, *basic* – *базовый* и *щелочной*; *seal* – *печатать* и *тюлень*. Сюда же можно отнести разновидность омонимов – **омофоны** (фонетически одинаковые омонимы), такие как *weather* – *whether*; *air* – *heir*; *coarse* – *course*; *cite* – *site* – *sight*; *peace* – *piece*; *rain* – *reign*; *cell* – *sell*; *week* – *weak*; *whole* – *hole*, *see* – *sea*, *knot* – *not*. Ещё

одну разновидность омонимов представляют **паронимы** («ложные омонимы»). Это слова, схожие по написанию и звучанию, но различные по смыслу. Примеры широко распространённых паронимов: *quiet* – *quite*, *canal* – *channel*, *cause* – *course*, *draught* – *drought*, *level* – *lever*, *raise* – *rise*, *rear* – *rare*, *very* – *vary*, *site* – *side*, *soil* – *soul*, *steam* – *stem*, *thorough* – *though* – *through*.

Ошибки при переводе, связанные с омонимами, допускаются студентами по причине нетвёрдого знания значения одного из слов или даже обоих, недостаточной компетентности в той сфере деятельности, откуда взято слово.

**Конверсия** представляет собой переход слова из одной грамматической категории в другую без изменения формы. Самыми распространёнными разновидностями современной конверсии являются вербализация (*use* – *to use*) и субстантивации (*to air* – *air*). К примеру, слово *cover* может выступать в разных грамматических категориях даже в пределах одного предложения: *At present forests cover 30% of the land but every year tree cover is lost due to growing population demand for more food,*

*shelter and cloth*. Понять значение новообразования можно, опираясь на значение исходного слова и на изменение привычного синтаксического окружения. Таким образом, разбивая предложение на синтаксические группы, студенты определяют морфологическую принадлежность слова *cover* к грамматической категории глагола в первом случае «покрывают» и к категории существительного «покров» – во втором. Это довольно трудная задача в обучении, так как прежде чем отыскивать значение слова в словаре, студенты должны уметь определять, какой частью речи является данное слово в предложении. В данном случае очень полезны упражнения на поиск предложений, в которых одно и то же слово принадлежит к разным грамматическим категориям.

Не меньшую трудность при переводе представляют **номинативные атрибутивные** группы, состоящие из цепочки существительных, последнее из которых является основным определяемым словом, а предшествующие ему – определениями. Поэтому, например, сочетание *north wind velocity measurement* (измерение скорости северного ветра) следует начинать переводить с последнего слова, а затем на основании логической связи между словами переводится всё сочетание в обратном от ключевого слова порядке. Здесь следует соблюдать принцип последовательности и постепенно вводить упражнения с нарастающим числом номинативных определений.

На точность перевода оказывает влияние также межъязыковая **интерференция**. Русскоязычные тексты научного стиля речи характеризуются большим количеством заимствований из английского языка. Некоторые из них в русском языке приобретают значение, отличающееся от оригинала, и становятся «ложными друзьями» переводчика. Приведем примеры с правильным вариантом перевода, наиболее характерным для научного текста: *technique* – метод или прием; *reserve* – заповедник; *radiation* – излучение, *objective* – цель, задача. Перевод таких слов представляет значительную трудность и может приводить к смысловому искажению. Для предотвращения ошибок, вызванных интерференцией, можно рекомендовать упражнения, направленные на осознанный выбор подходящего слова из нескольких вариантов; подбор синонимов и антонимов; выявление «ложных друзей» переводчика.

Подводя итоги, можно констатировать, что перевод научных текстов представляет значительные трудности для студентов, в результате чего они допускают многочисленные переводческие ошибки, прежде всего на лексическом уровне. Основными источниками таких ошибок являются многозначность терминов, онимы, конверсия слов, номинативные атрибутивные группы и межъязыковая интерференция. Продуманная методика обучения переводу, специально подобранные тексты, разнообразные упражнения и соблюдение принципа последовательности в обучении будут способствовать их предотвращению.

### Литература

1. Федеральные государственные стандарты высшего образования: [Электронный ресурс.] - Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/95/91/7>.
2. Федорова Н.Ю. Диагностика результатов обучения профессионально ориентированному иностранному языку // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. – 2017. – № 4. – С.227–235.
3. Щербакова И.В. Особенности перевода технических текстов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21712>

### Typology of lexical translation errors as a basis for developing methods of teaching translation of scientific texts

**Fedorova N.Y.<sup>1</sup>, Yarmukhamedova F.M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia,  
 natajfedorova@rambler.ru

<sup>2</sup> – Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The article presents a typology of main lexical errors made by (science) students while translating scientific texts into English. The factors determining error occurrence have been considered and teaching techniques aimed at preventing translation errors have been suggested

Key words: English for specific purposes, translation, term, scientific text, lexical translation errors.

[Введите текст]

## Секция 7.

## Школа-конференция молодых ученых «ЭКОГИДРОМЕТ»

**Оценка эвтрофирования юго-восточной части Балтийского моря по концентрации хлорофилла «а» в августе 2020 г.****Александров С.В.<sup>1</sup>, Бочерикова И.Ю.<sup>2</sup>, Марченко Е.И.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> – Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО», Калининград, Россия, *hydrobio@mail.ru*<sup>2</sup> – Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

Аннотация. Представлено пространственное распределение хлорофилла «а» в юго-восточной части Балтийского моря (ИЭЗ России, Польши, Швеции) в августе 2020 г. В период исследований наблюдалось мезотрофное состояние и низкий уровень эвтрофирования вод (<2,2 мкг/л).

Ключевые слова: хлорофилл «а», трофическое состояние, Балтийское море.

Юго-восточная часть Балтийского моря характеризуется высоким уровнем эвтрофирования вод из-за поступления значительных количеств биогенных веществ со стоком крупных рек (Висла, Неман) и из городских агломераций. Концентрация хлорофилла «а», позволяющая оперативно оценивать обилие фитопланктона, является важнейшим критерием уровня эвтрофирования вод [1].

Хлорофилл «а» в глубоководной части Балтийского моря пределах ИЭЗ России, Польши и Швеции (глубины 45-154 м) исследовали 19-27 августа 2020 г. на НИС «Академик Иоффе» на 28 станциях с отбором проб на 3 горизонтах (под поверхностью, над термоклином, над галоклином). Также 12-13 августа 2020 г. исследована прибрежная зона (глубины 10-12 м) вдоль Самбийского полуострова Калининградской области, где отбирали пробы под поверхностью и у дна. Пробы объемом 0,3–0,5 л фильтровали через мембранные фильтры «МФАС-МА-6» (диаметр пор 0,3 мкм) с последующим определением спектрофотометрическим методом согласно ГОСТ 17.1.04.02-90.

В августе 2020 г. в глубоководной акватории гидрологические условия в верхнем слое (до глубины 5-10 м) характеризовались интенсивным прогревом и стабильной соленостью вод с тенденцией небольшого снижения в северной части (в среднем 20,1°C и 7,35‰ в ИЭЗ России, 20,9°C и 7,38‰ в ИЭЗ Польши, 19,3°C и 7,17‰ в ИЭЗ Швеции). Прозрачность воды была 5,5-7,0 м, и фотическая зона составляла 15-19 м. Наибольшие величины хлорофилла «а» были у поверхности и варьировали в диапазоне 0,84-2,05 мкг/л, достигая в среднем 1,80 мкг/л в ИЭЗ России и снижаясь до 1,38 мкг/л ИЭЗ Польши (рис. 1, 2а). Лимитирование световых условий вело к уменьшению хлорофилла «а» (фитопланктона) над термоклином, особенно в южной части (в ИЭЗ России и Польше) (до 0,7 мкг/л), где термоклин располагался в 1,5 раза глубже границы фотической зоны, по сравнению с северной частью (ИЭЗ Швеции) (1,22 мкг/л), где термоклин был под фотической зоной. Наличие термоклина препятствует вертикальному перемешиванию вод и над галоклином была минимальное обилие фитопланктона (хлорофилла «а» 0,22-0,28 мкг/л).

Проведенные в конце августа 2020 г. исследования в глубоководной части Балтийского моря показали отсутствие «цветения» вод, наблюдаемого при массовом развитии цианобактерий. Несмотря на высокий прогрев, величины хлорофилла «а» на 2/3 станций соответствовало *низкому уровню* (II класс, 1,5-2,2 мкг/л) эвтрофирования вод, а на части станций (особенно в ИЭЗ Польши) – очень низкому уровню (I класс, <1,5 мкг/л) согласно классификации, принятой в Швеции для летнего периода. Полученные величины были значительно ниже, в частности на 70% для ИЭЗ России, чем в июле 2020 г. и характеризуют сезонное снижение обилия водорослей в Балтийском море. Характерно, что в прибрежной зоне вдоль северного побережья Калининградской области, концентрация хлорофилла «а» в августе 2020 г. была в 2-5 раз выше (3,66-10,33 мкг/л),

соответствуя *высокому и очень высокому уровню* (IV и V класс) эвтрофирования. Согласно классификации трофического статуса вод Балтийского моря, включая прибрежные зоны, величины хлорофилла «а» (обилия фитопланктона) в глубоководной зоне соответствовали мезотрофному состоянию (0,8-4,0 мкг/л), а в прибрежной зоне достигали эвтрофного уровня [2]. Такая зональность характерна для юго-восточной части Балтийского моря, в частности для российского сектора, где интенсивное развитие водорослей в прибрежной зоне определяется природными условиями и загрязнением, поступающим с побережья и со стоком рек [3].

В августе 2020 г. концентрации хлорофилла «а» как показателя эвтрофирования вод не превышали целевого значения (<2,19 мкг/л для лета в Гданьском бассейне и <1,88 мкг/л в Восточно-Готландском бассейне) (рис. 1), предусмотренного Планом действия по Балтийскому морю для достижения «хорошего экологического статуса» [1]. Это свидетельствует, что глубоководные районы в отсутствии «цветения» вод соответствуют требуемым нормативам, в отличие от прибрежной зоны, где одновременно может наблюдаться многократное превышение.

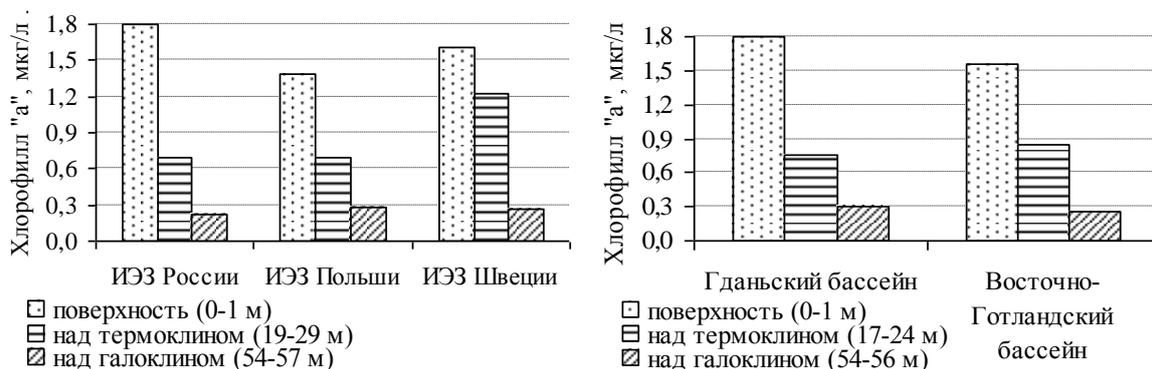


Рисунок 1 – Распределение хлорофилла «а» в столбе воды в Балтийском море в августе 2020 г.

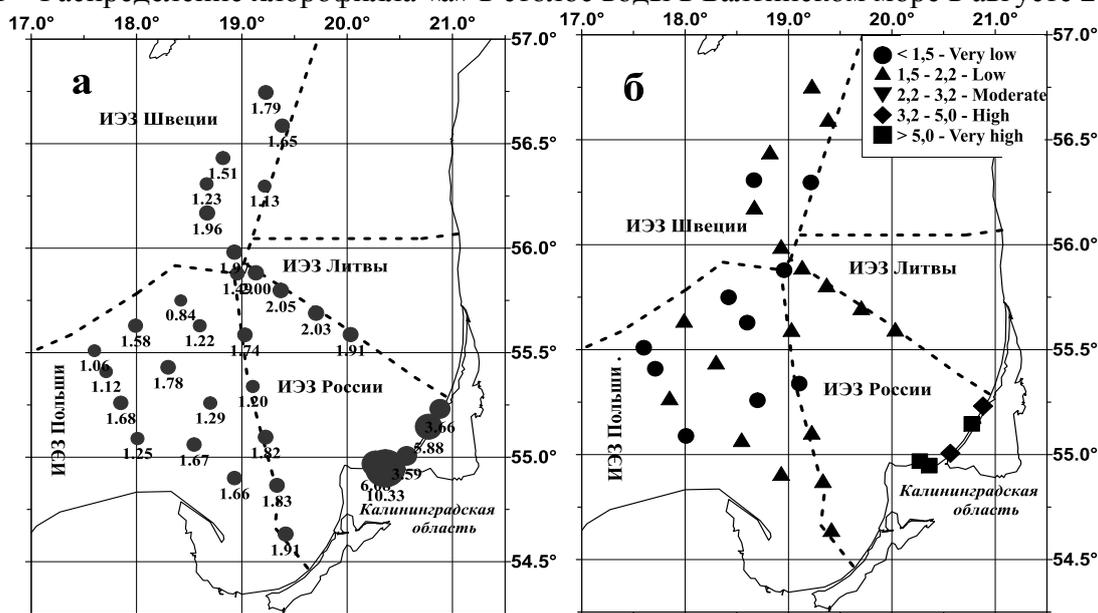


Рисунок 2 – Распределение и оценка содержания хлорофилла «а» в юго-восточной части Балтийского моря: а – концентрация хлорофилла «а» (мкг/л) под поверхностью, б – класс эвтрофирования

### Литература

1. Eutrophication in the Baltic Sea - Approaches and methods for eutrophication target setting in the Baltic Sea region // Baltic Sea Environ. Proc. 2013. № 133. 134 p.
2. Wasmund, N. et al. Trophic status of the south-eastern Baltic sea: a comparison of coastal and open areas // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2001. Vol. 53. P. 849-864.

3. Кудрявцева Е.А., Александров С.В. Гидролого-гидрохимические основы первичной продуктивности и районирование российского сектора Гданьского бассейна Балтийского моря // Океанология. 2019. Т. 59. №1. С. 56-71.

### **Estimation of eutrophication of the southeastern part of the Baltic Sea by the concentration of chlorophyll "a" in August 2020**

**Aleksandrov S.V.<sup>1</sup>, Bocherikova I.Yu.<sup>2</sup>, Marchenko E.I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> - *Atlantic branch of FSBSI "VNIRO", Kaliningrad, Russia, hydrobio@mail.ru*

<sup>2</sup> – *Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

Abstract. The spatial distribution of chlorophyll "a" in the southeastern part of the Baltic Sea (EEZ of Russia, Poland, Sweden) in August 2020 is presented. During the study period, a mesotrophic state and a low level of water eutrophication ( $<2.2 \mu\text{g} / \text{L}$ ) were observed.

Key words: chlorophyll "a", trophic state, Baltic Sea

## Распределение тяжелых металлов в донных отложениях Калининградского залива Балтийского моря

Ананян А.С.<sup>1,2</sup>, Ульянова М.О.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> – *Балтийский Федеральный университет им.Канта, Калининград, Россия*

<sup>2</sup> – *Институт океанологии им.П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия*

Аннотация. Изучение донных отложений, как индикатора долгосрочного состояния водных объектов, позволяет производить комплексную геоэкологическую оценку водоёмов, рассматривая присутствие загрязняющих веществ не только в воде. Благодаря сорбционным способностям донных отложений их можно рассматривать как летопись поступления и накопления различных веществ, в том числе и тяжелых металлов. Следует отметить, что существуют некоторые сложности при анализе данных и оценке степени загрязнения, так как для донных отложений не определены предельно-допустимые концентрации. Однако существуют подходы, которые позволяют решить методическую проблему определения степени загрязнения (например, определение фоновых концентраций с учетом гранулометрического состава). Цель данной работы – определение тяжелых металлов в донных отложениях Калининградского (Вислинского) залива Балтийского моря для изучения экологических условий (в частности, естественных особенностей или антропогенной деятельности).

Ключевые слова: донные отложения, тяжелые металлы, геохимических анализ, Калининградский залив, Вислинский залив, Балтийское море.

Калининградский залив расположен в юго-восточной части Балтийского моря и является частью трансграничного бассейна лагунного типа общей площадью 838 км<sup>2</sup> (570 км<sup>2</sup> – российская часть, остальное – польская). В заливе ведется рыбный промысел, вдоль северного берега проложен Калининградский морской судоходный канал, незначительная рекреационная деятельность, бытовые и промышленные стоки – в совокупности эти факторы представляют антропогенную нагрузку [1].

В сентябре 2018 г. в рамках комплексного изучения донных осадков Калининградского залива в точке 54°39,52 с.ш. и 20°14,87 в.д. герметичной геологической трубкой была отобрана колонка донных осадков (длина 50 см). Верхний слой представлен мелкоалевритовым илом оливкового цвета с включениями крупного ракушечника, нижний слой – однородный ил с мелким ракушечником. Пробы отобраны и проанализированы с дискретностью 1 см.

На базе Балтийского Федерального университета им И. Канта в «Лаборатории химической экспертизы» был выполнен анализ элементного состава методом рентгено-флуоресцентной спектроскопии. Концентрации 12 химических элементов (*Sr, Pb, As, Zn, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V, Ti*) в донных отложениях определены по методике ФР 1.31.2018.32143 на рентгено-флуоресцентном спектрометре Спектроскан Макс G (Россия, Санкт-Петербург, НПО Спектрон).

В целом по колонке распределение концентраций тяжелых металлов однородное, за исключением горизонтов 19-22 см (здесь наблюдается повышенное содержание некоторых тяжелых металлов). Особенно выделяется горизонт 20-21 см, в котором относительно других горизонтов повышенное содержание *Sr, Pb, As, Cu* и *Co*. Группировка этих элементов указывает на антропогенный характер загрязнения. Например, концентрация мышьяка на этом горизонте повышена в 3-7 раз по сравнению с ниже- и вышележащими. Тогда как концентрация свинца отличается в 40 раз, достигая почти 900 мг/кг. Скорость осадконакопления в Калининградском (Вислинском) заливе варьирует от 0,4 до 3 мм/год, а для восточная зона (района отбора изучаемой колонки осадков) характеризуется как участок интенсивного осадконакопления (2-3 мм/год) [2]. Исходя из этого горизонты повышенных концентраций тяжелых металлов ориентировочно соответствуют рубежу XIX-XX в. – периоду роста индустриализации и, в частности, развития

целлюлозно-бумажного производства, которое являлось источником мышьяка в воде и осадках залива [3].

Работа выполнена в рамках госзадания ИО РАН (тема №0149-2019-0013).

#### Литература

- 1) Чечко, В.А. Влияние природных и антропогенных факторов на формирование осадочной толщи Калининградского залива Балтийского моря / В.А. Чечко, Б.В. Чубаренко, В.Ю. Топчая // Известия КГТУ. – 2018. №48. С.47-58
- 2) Чечко, В.А. Процессы современного осадкообразования в Вислинском заливе Балтийского моря. Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук, 2006. 24 с.
- 3) Молчанова, Н.С. 100 лет антропогенного загрязнения реки Преголи / Н.С. Молчанова // Известия КГТУ. – 2014. №32. С.170-178

### **Distribution of heavy metals in bottom sediments of the Kaliningrad Lagoon of the Baltic Sea**

**Ananyan A.<sup>1,2</sup>, Ulyanova M.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> – *Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

<sup>2</sup> – *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

Abstract. The study of bottom sediments as an indicator of the long-term state of water bodies makes it possible to carry out a comprehensive geocological assessment of water bodies, considering the presence of pollutants not only in water. Due to the sorption capacity of bottom sediments, they can be considered as a record of the entry and accumulation of various substances, including heavy metals. It should be noted that there are some difficulties in analyzing the data and assessing the degree of pollution, since the maximum permissible concentrations have not been determined for bottom sediments. However, there are approaches that allow solving the methodological problem of determining the degree of pollution (for example, determining background concentrations taking into account the particle size distribution). The purpose of this work is to determine heavy metals in bottom sediments of the Kaliningrad (Vistula) Lagoon of the Baltic Sea to study ecological conditions (in particular, natural features or anthropogenic activity).

Key words: bottom sediments, heavy metals, geochemical analysis, Kaliningrad Lagoon, Vistula Lagoon, Baltic Sea.

## Апробация канадского индекса качества воды ССМЕ WQI в условиях Северо-Запада Российской Федерации

Белякова А.М.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия,  
 e-mail: annabell1997a@gmail.com

Аннотация. Произведена апробация ССМЕ WQI в условиях российского Северо-Запада (р. Охта, г. Санкт-Петербург). Произведено сравнение результатов с УКИЗВ, ИЗВ. Дана рекомендация по использованию ССМЕ WQI для оценки качества воды на территории РФ.

Ключевые слова: качество воды, ССМЕ WQI, УКИЗВ, ИЗВ, река Охта, Санкт-Петербург.

Актуальная проблема – загрязнение поверхностных вод, имеющих важное хозяйственное значение, и, следовательно, адекватная оценка его степени [1]. Наиболее популярными методами оценки загрязненности вод (оценки качества воды) в Российской Федерации являются УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды), с 2002 года утвержденный в системе Росгидромета, и ИЗВ (индекс загрязненности воды), применявшийся ранее.

ССМЕ WQI (Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index) введен в использование в Канаде в 2001 году и на сегодняшний день получил широкое распространение во всем мире [2]. Этот метод стал популярным благодаря своей гибкости: он не ограничивает пользователя в выборе количества параметров, типа параметров, используемых для оценки, временного периода исследования, цели исследования и т.д. В связи с этим данный метод привлекает внимание исследователей и в России [3, 4].

Для апробации метода в качестве объекта была выбрана р. Охта – один из крупнейших притоков р. Нева. На протяжении нескольких лет р. Охта характеризуется высоким уровнем загрязненности своих вод [5], и потому является объектом интереса ученых [6–10].

Исходные данные для оценки качества воды р. Охта предоставлены СЗУГМС и являются результатами мониторинговых наблюдений за 2000–2009 гг. На их основе были рассчитаны значения ИЗВ, УКИЗВ и ССМЕ WQI. Результаты представлены в Таблице 1 и Рис.1.

Таблица 1 – Качество воды р. Охта в 2000–2009 гг.

| Год  | ИЗВ                    | УКИЗВ             | ССМЕ WQI             |
|------|------------------------|-------------------|----------------------|
| 2000 | 5 класс, грязная       | 4Г, очень грязная | критическое качество |
| 2001 | 5 класс, грязная       | 4Г, очень грязная | плохое качество      |
| 2002 | 6 класс, очень грязная | 4Б, очень грязная | критическое качество |
| 2003 | 4 класс, загрязненная  | 4А, очень грязная | критическое качество |
| 2004 |                        | <i>нет данных</i> |                      |
| 2005 | 4 класс, загрязненная  | 4Б, очень грязная | критическое качество |
| 2006 |                        | <i>нет данных</i> |                      |
| 2007 | 4 класс, загрязненная  | 4А, очень грязная | критическое качество |
| 2008 |                        | <i>нет данных</i> |                      |
| 2009 | 6 класс, очень грязная | 4Б, очень грязная | критическое качество |

Таким образом, результаты по всем трем методам схожи: качество воды р. Охта характеризуется высоким уровнем загрязненности в каждый из рассмотренных временных периодов. Однако значения ИЗВ имеют сильную изменчивость, что объясняется строго лимитированным количеством используемых для расчета гидрохимических параметров. По этой причине ИЗВ может давать искаженную оценку качества воды.

Результаты оценки качества воды р. Охта по методам УКИЗВ и ССМЕ WQI дают, по-видимому, более адекватные и сходные результаты. Также индексы имеют обратную значимую связь между собой ( $r = -0,78$ ;  $\alpha = 5\%$ ). Из-за существующего обязательного перечня используемых для расчета гидрохимических параметров в некоторых случаях применение метода УКИЗВ

представляется невозможным. По этой причине преимущества ССМЕ WQI (любые типы параметров, любое количество параметров, любой тип водного объекта и др.) являются теми факторами, которые делают этот метод удобным для широкого использования. Таким образом, метод ССМЕ WQI рекомендуется для оценки качества вод на территории России наряду с УКИЗВ.

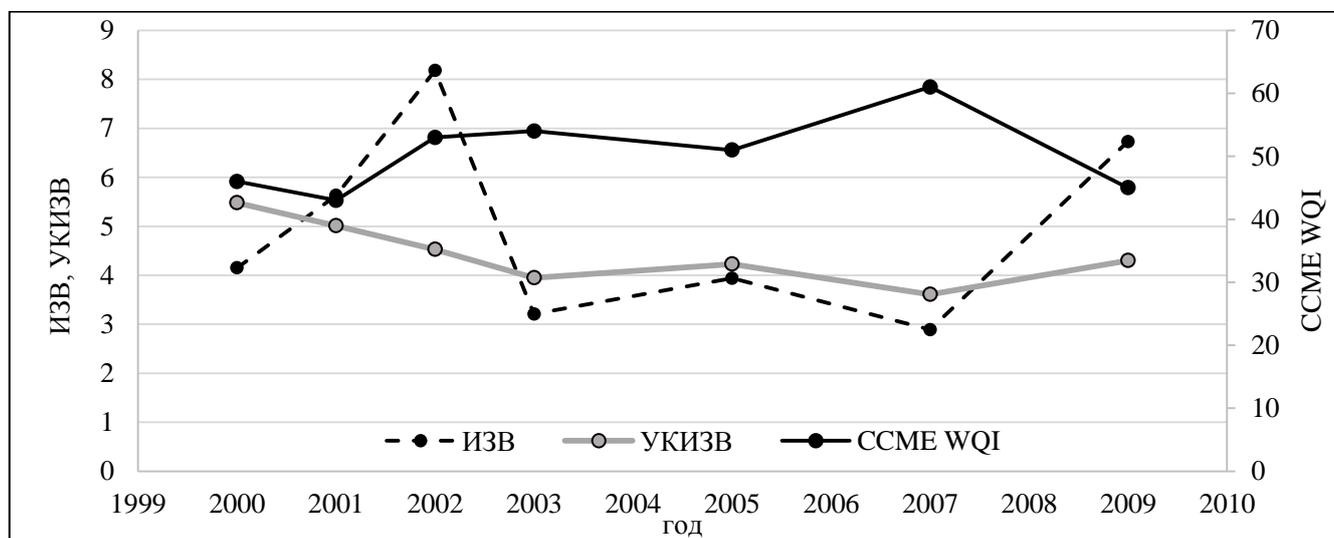


Рисунок 1 – Динамика значений индексов с 2000 по 2009 г.

### Литература

- Alexeev D.K., Shelutko V.A., Zueva N.V., Kolesnikova E.V., Urusova E.S., Primak E.A. Research results in the field of applied and systems ecology at the RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya. Russian Journal of Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University)*. 2020. 60.
- ССМЕ Water Quality Index User's Manual 2017 Update [Электронный ресурс] // Canadian Council of Ministers of the Environment, 2017. Режим доступа: [https://www.ccme.ca/files/Resources/water/water\\_quality/WQI%20Manual%20EN.pdf](https://www.ccme.ca/files/Resources/water/water_quality/WQI%20Manual%20EN.pdf). (Дата обращения: 14.03.2020).
- Заславская М.Б., Ерина О.Н., Ефимова Л.Е. Сопоставление эффективности параметризации качества речных вод различными методами в условиях значительного антропогенного воздействия // *География и природные ресурсы*, 2019, № 2, с. 30–37.
- Ерина О.Н., Ефимова Л.Е., Заславская М.Б. Параметризация качества вод водных объектов водораздельного бьефа канала имени Москвы различными методами // *Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: тр. VI Междунар. науч.-практ. конф. Т.2: Качество воды. Геоэкология*, с. 67–71.
- Качество поверхностных вод РФ. Ежегодники за 2014–2018 гг. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://gidrohim.com/node/44>. (Дата обращения: 15.03.2020).
- Зуева Н.В., Бобров А.А. Использование макрофитов в оценке экологического состояния малой реки (на примере реки Охты, Санкт-Петербург) // *Биология внутр. вод*, 2018, № 1, с. 45–54.
- Алексеев Д.К., Гальцова В.В., Куличенко А.Ю. Экологические проблемы водотоков и водоемов Санкт-Петербурга и пути их решения // *Географические и экологические аспекты гидрологии*. СПбГУ. 2010. С. 116–121.
- Беляков В.П., Бажора А.И., Сотников И.В. Мониторинг экологического состояния городских водоемов Санкт-Петербурга по показателям зообентоса // *Изв. Самар. науч. центра РАН*. 2015. Т.17. № 6. С. 51–56.
- Мухина И.М., Дмитричева Л.Е. Загрязнение донных отложений реки Охта и ее притоков тяжелыми металлами // *Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. ЭКОГИДРОМЕТ Материалы VI международной конференции*. 2012. С. 191–193.

10. Фураева Д.И., Урусова Е.С. Оценка загрязненности реки Охта в летний период // Метеорологический вестник. 2017. Т. 9. № 1. С. 52–60.

### **Testing CCME WQI in the North-West of the Russian Federation**

**Belyakova A., Zuyeva N.**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, email:  
annabell1997a@gmail.com*

Abstract. The CCME WQI was tested in the conditions of the Russian North-West (the Okhta River, St. Petersburg). The results are compared with SCWPI, WPI. The recommendation on the use of CCME WQI for assessing water quality in the Russian Federation is given.

Key words: water quality, CCME WQI, SCWPI, WPI, the Okhta River, Saint Petersburg.

## Взвешенное вещество в береговой зоне Калининградского полуострова

Бочерикова И.Ю.<sup>1</sup>, Муратова А.А.<sup>1</sup>, Бубнова Е.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия  
bocherikova\_irinka@rambler.ru

<sup>2</sup> – Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва, Россия

Аннотация. Береговая зона Калининградской области представляет собой уязвимый участок побережья, поскольку включает как зоны рекреации и всемирного природного наследия, так и районы, где ведется активное строительство; как зоны абразии, так и аккумуляции. Таким образом, она нуждается в геоэкологическом мониторинге и контроле основных экологических показателей, таких как, в частности, концентрация взвешенных частиц. Данное исследование посвящено содержанию и транспорту взвешенных частиц из вогнутой части берега, включающей восточную часть Калининградского полуострова и корень Куршской косы — одного из крупнейших источников взвеси на побережье Калининградского полуострова.

Ключевые слова: Балтийское море, Калининградский полуостров, взвешенное вещество, береговая зона

Взвесь — один из ключевых параметров оценки состояния морской природной среды, в частности — «взвешенные вещества» входят в перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования (Распоряжение Правительства РФ от 8 июля 2015 г. N 1316-р). Взвесь является транспортным агентом для других загрязняющих веществ, способных адсорбироваться на поверхности частиц (Лебедев, 1986). Суммарная площадь поверхности частиц взвеси в 10 раз больше поверхности вода–живое вещество и в тысячу раз больше раздела океан–атмосфера (Айзатуллин и др., 1976). Изучение процессов переноса, разрушения и накопления загрязняющих веществ, а также изучение динамики распределения состава и скорости их осаждения (Израэль и Цыбань, 2009).

Береговая зона Балтийского моря в пределах Калининградской области на всем своем протяжении является рекреационной зоной. Кроме того, значительная ее часть относится к особо охраняемым природным территориям. Северное побережье представляет собой пример береговой зоны, включающей участки абразии, транзита и разгрузки взвешенного осадочного материала. Вопросы о направлениях и объемах транспорта осадочного вещества именно во взвешенном состоянии, а не путем сальтации или перекачивания до сих пор остаются для побережья Калининградской области нераскрытыми до конца. Таким образом, остается недостаточно изученной геоэкологическая роль взвеси в интенсивно используемой человеком береговой зоне моря.

Изучение взвешенного вещества было проведено по стандартным методикам с 2003 по 2020 год в береговой зоне Калининградского (Самбийского) полуострова и Куршской косы. Отбор проб морской воды по двум горизонтам (придонный и поверхностный) осуществлялся ежемесячно с апреля по октябрь на шести основных точках и ежегодно в летний период на четырех дополнительных (т. 14, 15, 18 и 23). Выделение взвешенного вещества производилось методом ультрафильтрации проб морской воды (объемом 1–3 л) под давлением 0,4 мбар. Использовались ядерные поликарбонатные фильтры производства Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна) диаметром 47 мм и диаметром пор 0,4 мкм.

Изучение вещественного состава полученных в летний период 2017–2018 гг. проб взвешенного вещества было произведено с помощью сканирующего электронного микроскопа Quanta 250 Fei (Центр исследования природы, г. Вильнюс). Образцы не полировались, покрывались слоем угля толщиной 15 нм и плотностью 2,25 д/см<sup>3</sup>.

Измерение скорости и направления течений в районе крупного источника взвешенного вещества (м. Гвардейский) было осуществлено с помощью автономного доплеровского профилографа скорости течений Aanderaa RDCP 600 весной 2018 г. С 18.04.2018 г. по 05.05.2018 г.

прибор устанавливался на дно на глубине 19 м на в антивандальной пирамиде на расстоянии 0,6 м от грунта, с 07.05.2018 по 30.05.2018 г. — в рамке на расстоянии 1,5 м от грунта.

Распределение взвешенного вещества в береговой зоне моря Калининградской области за 2003—2020 гг. соответствует предыдущим исследованиям (Vukanova et al., 2018) и циркумконтинентальной зональности с осложнениями, вызванными неравномерным распределением источников взвешенного вещества (естественных и антропогенных). Максимальные среднемноголетние концентрации взвеси (до 3 мг/л) в вогнутой части берега на стыке Калининградского полуострова и Куршской косы, где наблюдается совместное действие нескольких источников взвешенного вещества (абразия, биопродуцирование, антропогенная деятельность) (рис. 1).

Направление транспорта взвешенного вещества от основного источника на северном побережье Калининградской области различается для придонного и поверхностного слоев моря. В поверхностном слое генеральное направление перемещения взвешенных частиц соответствует направлению вдольберегового потока наносов — восточному и юго-восточному, в то время как для придонного слоя характерен больший вынос частиц в сторону открытой части моря (Бубнова, 2020).

В составе взвеси доминирует биогенная фракция, включающая колонии сине-зеленых бактерий, диатомовых водорослей и динофлагеллят. Среди минеральных зерен доминировали зерна кварца, полевых шпатов (ортоклаз и альбит) и глинистых минералов с высоким содержанием железа (количество зерен глинистых минералов в пробах растет от Калининградского полуострова к Куршской косе).

#### Литература

1. Айзатуллин Т.А., Лебедев В.Л., Суетова И.А., Хайлов К.М. Граничные поверхности и география океана. Вестник МГУ. Серия географическая. 1976. № 5. С. 25-35.
2. Бубнова Е.С., Взвешенное вещество в береговой зоне Калининградской области: распределение, транспорт, состав. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2020. № 3. В печати.
3. Израэль, Ю.А.; Цыбань, А.В. Антропогенная экология океана. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 528 с.
4. Лебедев В.Л. Граничные поверхности в океане. М., Изд-во МГУ, 1986. 192 с.
5. Vukanova T., Kopelevich O., Vazyulya S., Bubnova E., Sahling, I. Suspended matter distribution in the south-eastern Baltic Sea from satellite and in situ data. International Journal of Remote Sensing, 2018. P. 1–22. doi:10.1080/01431161.2018.1519290

### Suspended matter in the coastal zone of the Sambian Peninsula

**Bocherikova I.Yu.<sup>1</sup>, Muratova A.A.<sup>1</sup>, Bubnova E.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia  
bocherikova\_irinka@rambler.ru

<sup>2</sup> - Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Annotation. The coastal zone of the Kaliningrad region is an especially sensitive marine area which includes recreation areas, natural heritage sites, construction sites and zones of both abrasion and accumulation. Thus, it requires monitoring and control of core environmental indicators such as suspended particulate matter concentration. The research was focused on the suspended matter transport from the main source area, which included both human-made and natural suspended matter inputs.

Key words: Baltic Sea, Kaliningrad Peninsula, suspended matter, coastal zone

## Макрофиты Коневских озер Валаамского архипелага

Буэнаньо Б.Б.

Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург,  
 Россия, brenda.buenano@outlook.com

Аннотация. В работе проводится анализ флористического состава Коневских озер Валаамского архипелага, с использованием материалов с 2009 года. При оценке обилия макрофитов учитывались только данные 2018 и 2020 гг. Всего в озерах обнаружено 73 таксона водных растений.

Ключевые слова: водные растения, макрофиты, Коневские озера, Валаамский архипелаг, флора.

Коневские озера расположены на Валаамском архипелаге Ладожского озера. Их группа состоит из трех, связанных между собой протоками, озер: Игуменское, Чёрное и Оссиёво. По основным параметрам они характеризуются как гуминовые (85 Pt-Co), небольшие (<0,1 км<sup>2</sup>) и неглубокие (hcr ≈ 3 м) озера [1, 2].

С 2009 года на Учебно-научной станции РГТМУ проводится мониторинг растительного покрова данных водоемов. В ходе него определен флористический состав водных макрофитов, характерных для группы Коневских озер. На данный момент идентифицировано 73 таксона, из которых преобладают Magnoliophyta (64 вида), затем следуют Bryophyta (5), Equisetophyta (3) и Charophyta (1). Из Magnoliophyta наиболее многочисленными семействами являются Cyperaceae (11 видов), Lentibulariaceae (5), Poaceae (4) и Ranunculaceae (4), как показано на рисунке 1.

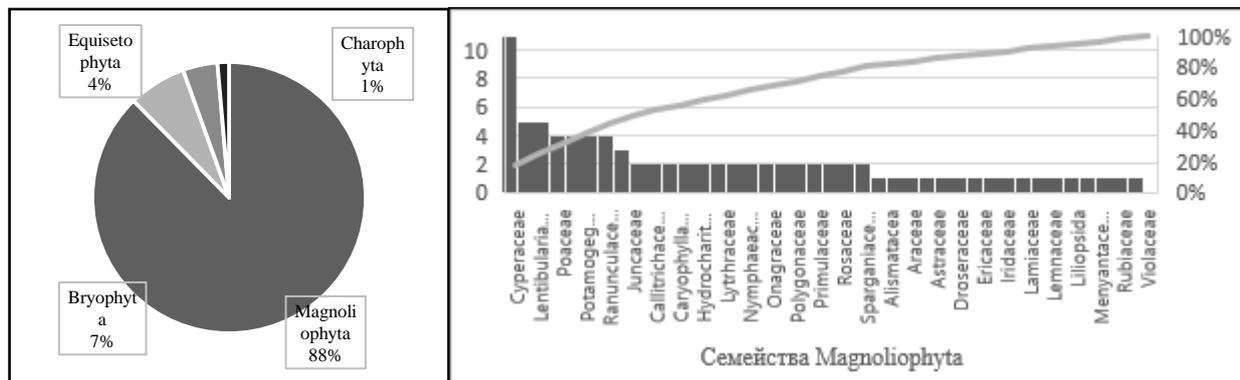


Рисунок 1 – Основные таксоны макрофитов Коневских озер.

Была проведена классификация макрофитов в соответствии с их экотипом. Выделялись следующие группы: гидатофиты (погруженные растения), нейстофиты (растения с плавающим листьями или плавающие), гелофиты (воздушно-водные растения) и гигрофиты (обширная группа растений влажных и переувлажненных местообитаний) [3, 4]. Большинство 42% принадлежат к типу гигрофитам, за которым следуют гидрофиты (20%) и гелофиты (18%).

Таблица 2 – Распределение таксонов по экотипам

| Экотип                          |                                 |                                 |                                |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Гидатофиты                      | Нейстофиты                      | Гелофиты                        | Гигрофиты                      |
| <i>Callitriche cophocarpa</i>   | <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> | <i>Alisma plantago-aquatica</i> | <i>Bidens tripartita</i>       |
| <i>Callitriche palustris</i>    | <i>Lemna minor</i>              | <i>Carex acuta</i>              | <i>Calamagrostis canescens</i> |
| <i>Elodea canadensis</i>        | <i>Nuphar lutea</i>             | <i>Carex rostrata</i>           | <i>Calamagrostis epigejos</i>  |
| <i>Fontinalis antipyretica</i>  | <i>Nymphaea candida</i>         | <i>Carex vesicaria</i>          | <i>Calla palustris</i>         |
| <i>Nitella sp.</i>              | <i>Persicaria amphibia</i>      | <i>Eleocharis mamillata</i>     | <i>Caltha palustris</i>        |
| <i>Potamogeton berchtoldii</i>  | <i>Potamogeton alpinus</i>      | <i>Equisetum fluviatile</i>     | <i>Carex lasiocarpa</i>        |
| <i>Potamogeton obtusifolius</i> | <i>Potamogeton gramineus</i>    | <i>Naumburgia thyrsofolia</i>   | <i>Carex nigra</i>             |

|  |                           |   |  |
|--|---------------------------|---|--|
| <i>Utricularia intermedia</i><br><i>Utricularia minor</i><br><i>Utricularia vulgaris</i> | <i>Potamogeton natans</i> | <i>Phragmites australis</i><br><i>Sparganium emersum</i><br><i>Sparganium minimum</i><br><i>Typha latifolia</i> | <i>Cicuta virosa</i><br><i>Comarum palustre</i><br><i>Epilobium palustre</i><br><i>Equisetum palustre</i><br><i>Galium trifidum</i><br><i>Iris pseudacorus</i><br><i>Juncus conglomeratus</i><br><i>Juncus filiformis</i><br><i>Lycopus europaeus</i><br><i>Lysimachia vulgaris</i><br><i>Lythrum salicaria</i><br><i>Menyanthes trifoliata</i><br><i>Ranunculus repens</i><br><i>Ranunculus reptans</i><br><i>Rumex aquaticus</i><br><i>Scirpus sylvaticus</i><br><i>Scutellaria galericulata</i><br><i>Stellaria palustris</i> |
|--|---------------------------|---|--|

Наиболее распространенным видом макрофитов в системе Конвских озер (25–75% покрытия) является *Elodea canadensis* Michx., принадлежащая к экотипу гидатофиты. Второй по распространенности – частый таксон (10–25%) – *Calla palustris* L., принадлежащая к экотипу гигрофиты.

#### Литература

1. Воякина Е. Ю. Особенности продукционных процессов в озерах Валаамского архипелага // Труды Зоологического института РАН. 2017. 321(1). С. 10–18.
2. Степанова А.Б., Бабин А.В., Зуева Н.В., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Семадени И.В. Анализ антропогенного воздействия на водную систему Валаамского архипелага // Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние. Атлас. СПб, 2016. С. 32-41.
3. Распопов И.М. Видовое разнообразие высших водных и прибрежно-водных растений в литоральной зоне Ладожского озера // Фиторазнообразие Восточной Европы 2009. № 7. с. 173-180.
4. Вейсберг Е.И. Жизненные формы и экологические группы макрофитов предгорных озер южного Урала (Челябинская область) // Известия Челябинского научного центра, вып. 3 (24), 2004. УДК: 581.526.32(470.55).

### Macrophytes of konevsky lakes in the Valaam archipelago

**Buenano B.B.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia,  
 brenda.buenano@outlook.com*

Abstract. This work analyzes the floral composition present in the Konevsky Lakes in the Valaam Archipelago, using records from 2009. When assessing the abundance of taxa, only records of 2018 and 2020 were considered.

Key words: aquatic plants, Konevsky lakes, Valaam Archipelago, floristic composition, abundance of taxa.

## Оценка сапробности устьевой зоны р. Которосль по водным макрофитам

Григорова Т. С.

Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург,  
Россия, grigorova.tatjana1996@yandex.ru

Аннотация. В работе было выполнено определение сапробности приустьевых участков реки Которосль в г. Ярославле. Используются характеристики растительного покрова реки, полученные в ходе исследований 2016 и 2017 гг. Исследуемая зона водотока охарактеризована как  $\beta$ -мезосапробная.

Ключевые слова: макрофиты, биоиндикация, сапробность, малая река, Ярославль, р. Которосль

В основу работы положены данные полевых обследований 2016–2017 гг. берегов и акватории реки Которосль в устьевом створе протяженностью около 1,2 км (рис. 1). Протяженность вдоль берега и ширина различных типов растительности определялась с помощью шагомера. Исследования включали маршрутные рекогносцировочные обследования с берега для выявления биологического разнообразия (видов макрофитов и их сообществ), оценки характера их распределения, установления динамического состояния фитоценозов, степени нарушенности территории. С воды, на катере, эхолотом проводились замеры предельных глубин, на которых формируются сообщества гидатофитов. Описание водной и околоводной растительности проводилось методом пробной площади серии участков размером 2x2 (3x1) м<sup>2</sup>. Обилие вида оценивалось с использованием глазомерной оценки по Друде. При описании фитоценоза составлялся полный список макрофитов, образующих фитоценоз, с учетом вертикальной структуры сообщества. Все полевые материалы, собранные при геоботаническом профилировании, обрабатывались, систематизировались, оформлялись и анализировались в ходе камеральной и последующей обработки [1, 2].



Рисунок 1 – Карта реки Которосль с некоторыми станциями описаний

Всего было выявлено 98 видов сосудистых растений, относящихся к 35 семействам, 3 классам и 2 отделам, и нитчатые водоросли рода *Spirogyra* и *Mougeotia*. Наибольшее число видов отмечено лишь в шести семействах: среди двудольных семейства *Asteraceae* — 11 видов, *Salicaceae* — 8 видов, *Polygonaceae* — 6 видов, среди однодольных — семейства *Poaceae* — 13

видов, *Cyperaceae* — 6 видов. На долю этих семейств приходится 45 % от общего состава флоры. Анализ встречаемости видов на водотоке показал, что наибольшее распространение среди растений получили *Alisma plantago-aquatica*, *Glyceria maxima*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Scirpus lacustris*, *S. radicans*.

К макрофитам (группы экотипов настоящих водных и прибрежно-водных растений) данной территории относятся 38 вида (39,2 % от общего состава растительности), большую часть видового состава флоры составляют виды, тяготеющие к местам временного и нормального увлажнения, среди которых 36 гигрофитов и 23 гигромезо- и мезофитов.

Водная растительность на момент исследования была крайне неоднородна и сильно менялась в зависимости от экологических условий того или иного участка реки. Сильно варьирует количество видов и взаимоотношение различных экологических групп растений. Крайне неоднородна динамика гидрофитов, или плавающих и погруженных водных растений.

Возрастание видового разнообразия наблюдалось на ст. 3, 10, 12 и ст. 13 (рис. 1). Отметим, что на ст.10 кубышка желтая получила наибольшее распространение. Она создает наибольшие площади зарастания на акватории (в районе спасательной станции, лодочного причала, старого и нового русла реки, формируя сообщества на глубинах от 0,5 до 2.5–3 м на илистых и сильно заиленных черных грунтах.

На ст. 4 и 9 (рис. 1) формируются микроценозы ряски малой с водокрасом на площади 1 м<sup>2</sup> в мутной воде с сильно заиленным дном. Оба вида представителей рясковых указывают на β-мезосапробность воды. Если на ст.12 наблюдалось усиление роли как погруженных, так и плавающих гидрофитов, то на ст.13 – только плавающих, здесь также возрастает роль таких видов как ряска малая (*Lemna minor*), элодея канадская (*Elodea canadensis*), известных своей способностью интенсивно накапливать биогены и хорошо развиваться в местах с низкой степенью проточности [4].

Среди водных макрофитов, встреченных на исследуемом участке, содержатся индикаторы разных зон сапробности [3]: от олиго- до α-мезо. Однако преобладают индикаторы β-мезосапробности. Расчет индекса Пантле–Букка подтверждает это – устьевой участок реки отнесен к β-мезосапробной зоне.

#### Литература

1. Борисова М.А., Богачев В.В. Геоботаника: учеб. пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2009. 160 с.
2. Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю. и др. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах: учеб. пособие. СПб.: РГГМУ, 2019. 140 с.
3. Кокин К.А. Экология высших водных растений. Изд-во МГУ, 1982. 158 с.
4. Папченков, В.Г. О закономерностях зарастания водоемов и водотоков и продукции водных растений // Материалы VI Всероссийской школы-конференции по водным макрофитам «Гидробиология 2005». Рыбинск, 2006. С. 143–152.

### Assessment of the Kotorosl river estuary zone saprobity by aquatic macrophytes

Grigorova T. S.

Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia,  
grigorova.tatjana1996@yandex.ru

Abstract. The saprobity of the Kotorosl river estuary section in Yaroslavl was determined. The river vegetation cover characteristics were used. The studied area of the watercourse is characterized as β-mesosaprobic.

Key words: macrophytes, bioindication, saprobity, small river, Yaroslavl, Kotorosl river

## Влияние изменения климата на термический режим рек бассейна Северной Двины

Двоглазова К.С.<sup>1</sup>, Шелутко В.А.<sup>1</sup>, Горошкова Н.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, Ksenia\_1197@list.ru

<sup>2</sup> – Государственный гидрологический институт, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Доклад посвящен оценке изменений термического режима стока в бассейне реки Северная Двина. Неоднородность изменений температуры воды и продолжительности ледостава времени согласованы в большей степени с известными климатическими изменениями.

Ключевые слова: Северная Двина, температура воды, продолжительность ледостава, изменение климата.

Изменение термического режима стока водного объекта, в частности, в Арктической зоне представляет большой практический интерес при изменении климата.

В первую очередь изменения климата оцениваются по данным о приповерхностной температуре. На территории России изменения происходят во все сезоны, но наиболее заметно в зимний период [6]. За 1976-2016 гг. повышение температуры в России составило 1,88°С [2].

В соответствии с преобладающей точкой зрения изменение климата выражается в его потеплении. Часто выделяют 3 интервала изменения климата: потепление 1910-1945 гг., слабое похолодание 1946-1975 гг. и наиболее интенсивное потепление после 1976 года [1].

Бассейн реки Северная Двина расположен в двух субъектах Российской Федерации: Вологодской и Архангельской областях. Устье реки находится в Арктической зоне [4].

Целью данной работы является анализ временной динамики изменений термических процессов рек бассейна Северной Двины.

Материалы и методы исследования.

В работе были использованы данные, предоставленные ФГБУ «Государственный гидрологический институт». База использованных данных включает в себя наблюдения по 10 гидрологическим постам и 4 метеостанциям. Гидрологические данные представлены средней температурой воды за период открытого русла с 1950 по 2016 гг. и продолжительностью ледостава с 1950 по 2016 гг. (для 4 створов с 1936 г.); метеорологические – среднегодовой температурой воздуха с 1950 по 2016 гг.

Определить изменения климата можно с помощью разности между климатическими переменными за конечный и начальный периоды, или тенденции изменений климатических переменных в течение рассматриваемого периода времени. Основным методом выявления изменения климата является статистический анализ рядов наблюдений за весь возможный период наблюдений [1].

Результаты.

1. Общая характеристика временных изменений термического и ледового режима

Река Северная Двина имеет устойчивую температуру воды на всем своем протяжении, только немного снижающуюся к устьевой части на 0,5-1°, а весной на 2-3° [3].

С 1950 года по 2016 год средняя температура воды за период открытого русла по реке Северная Двина увеличилась по сравнению с предшествующим периодом за отдельные месяцы на 1-3°С.

Средняя продолжительность ледостава колеблется от 150 дней у истока до 170 дней у устья за 1950-1980 годы и от 140 до 160 дней за 1981-2015 годы.

2. Стационарность рядов наблюдений

Возникает вопрос: не могут ли описанные расхождения средних месячных температур воды и продолжительности ледостава быть следствием случайных колебаний или в развитии этих характеристик имеется достаточно выраженный тренд. По результатам проверки этой гипотезы по

совокупности двух оценок (по коэффициенту корреляции и критерию Спирмена) видно, что оба рассматриваемых процесса имеют хорошо выраженный тренд на увеличение температуры воды в летний период и уменьшение продолжительности ледостава, что соответствует постепенному изменению климата за счет повышения температуры воздуха.

### 3. Однородность рядов наблюдений

Результаты проверки однородности рядов наблюдений по температуре воды и продолжительности ледостава (по критериям Стьюдента и Фишера) показали, что для 80% рядов наблюдений гипотеза однородности, то есть равенства действительных средних значений, за рассматриваемые периоды, опровергается.

Таким образом, анализ однородности данных показал, что изменения в рядах есть и связаны с влиянием метеорологических факторов (например, температурой воздуха), что в свою очередь говорит о влиянии изменяющегося климата на гидрологические характеристики рек бассейна Северной Двины.

### Выводы.

Влияние изменения климата четко прослеживаются в изменении термических характеристик стока реки Северная Двина. Как показали оценки исходных рядов, практически все значения меняются во времени и у большинства отмечаются изменения, обусловленные заметным потеплением климата, которое началось в 1980-х годах.

Изменение температуры воды (повышение до 2°) является прямым следствием потепления климата, которое оценивается по приповерхностной температуре. Так, годом начала интенсивного потепления атмосферного воздуха считается 1976, а увеличение температуры воды стало происходить только в начале 1980-х годов.

Потепление на территории России происходит наиболее заметно в зимний сезон, а также при переходах с осени и на весну. Это является причиной переносов сроков ледообразования на более поздние даты и ледоразрушения на более ранние даты. За счет этих сокращений и происходит уменьшение продолжительности ледостава.

### Литература

1. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха // Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». – 2012. – 194 с.
2. Доклад об особенностях климата территории Российской Федерации за 2018 год. – Москва, 2019. – 79 с.
3. Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарии. М.: ГЕОС, 2010. - 220 с.
4. Указ П. Р. Ф. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации // Режим доступа: <http://президент.рф/документы/20895>. – 2014.
5. Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии // Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 238 с.
6. Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Влияние изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы рек России // Гидрологические последствия изменений климата: Труды Британско-Российской конференции / Изд-во ООО «Пять плюс», г. Барнаул. – 2009. – С. 143-151.

## **Influence of climate change on the thermal regime of the Northern Dvina basin rivers**

**Dvoeglazova K.S.<sup>1</sup>, Shelutko V.A.<sup>1</sup>, Goroshkova N.I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, Ksenia\_1197@list.ru*

<sup>2</sup> – *State Hydrological Institute, St. Petersburg, Russia*

Abstract. The report is devoted to the assessment of changes in the thermal regime of runoff in the Northern Dvina river basin. The heterogeneity of changes in water temperature and the duration of freezing are more consistent with known climate changes.

Keywords: The Northern Dvina, water temperature, duration of freezing, climate change.

## Оценка трофического статуса Охтинского водохранилища

Долгобородова Ю.А., Алексеев Д.К.<sup>1</sup>

1- ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
Санкт-Петербург, Россия, kafedra\_pe@rshu.ru

**Аннотация.** Работа выполнена на основе данных Учебного бюро экологического мониторинга РГГМУ за 2006–2019 год. Представлены результаты оценки трофического статуса Охтинского водохранилища на основе численного показателя ITS (Index of Trophic Status) и индекса Р. Карлсона TSI (Trophic State Index). Рассматривается межгодовая динамика различных гидрохимических показателей.

Ключевые слова: загрязнение, качество вод, качество городской среды, эвтрофикация

Охтинское водохранилище образовано в 1716 г. для нужд порохового завода в результате подпора уровня воды от плотины, возведенной в русле реки Охта в 9,2 км от устья. В 1964 г. плотина была реконструирована. Площадь водосбора водохранилища составляет 14,6 км<sup>2</sup>, площадь зеркала водохранилища – 1,08 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 2,7 м. Объем воды, сосредоточенный в чаше водохранилища, равен 2,91 млн. м<sup>3</sup>. Водоем используется в основном для водоснабжения промышленных предприятий, а также в целях рекреации и в качестве приемника сточных вод [1].

Рациональное использование и охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения были и остаются одной из важнейших экологических задач [2]. Одной из широко известных проблем является антропогенная эвтрофикация. Практически, это неизбежный и непрерывный процесс, который влияет на водные экосистемы. Основной причиной антропогенной эвтрофикации является чрезмерное поступления биогенных веществ в водоем, в основном азота и фосфора. Развитие процесса эвтрофикации является следствием повышения концентрации питательных веществ и зависит от многих абиотических факторов: в основном гидрологических, термических, морфологических и других. Наиболее уязвимы к неблагоприятным последствиям эвтрофикации пресноводные озера и водохранилища.

Отслеживание процессов эвтрофикации и оценка состояния трофического статуса в воде является чрезвычайно важной задачей с точки зрения исследований и практической значимости. В основе трофической типизации водных экосистем лежит оценка уровня биопродуктивности, которая является главной функциональной характеристикой водоема. Основоположниками биологической классификации озер по уровню их продуктивности стали А. Тинеман и Э. Науман, которые еще в 20–30-х годах XX века показали, что уровень биологической продуктивности имеет тесную взаимосвязь с основными характеристиками водоема. К числу биохимических показателей трофического статуса водоема относят величину его первичной продукции. В качестве критериев ее оценки выделяют биомассу фитопланктона, содержание хлорофилла в планктоне, содержание органического углерода в воде [3].

Для мониторинга уровня трофности водоемов используется ряд подходов, среди которых учет биологических и биохимических показателей, определение концентрации биогенных веществ, значения растворенного кислорода, водородного показателя и т.д. [4]. В мировой литературе описаны многочисленные методы оценки трофического состояния вод. Самыми популярными и применяемыми индексами остаются Trophic State Index (TSI) от Р.Е. Карлсона и Trophic Index (TRIX) от Р.А. Волленвейдера. Несмотря на тот факт, что сегодня нет недостатка в различных показателях трофности водоема, точная оценка трофического уровня остается весьма сложной проблемой современной гидробиологии. Это связано прежде всего с тем, что оценка одного и того же водоема по различным показателям может дать разный результат. Это привело к необходимости разработки различных интегральных индексов, к числу которых относится индекс ITS (Index of Trophic Status) [5]. Таким образом не вызывает сомнений необходимость постоянного мониторинга трофического статуса водоемов, в том числе и Охтинского водохранилища и

важность разработки, внедрения и регулярного использования различных систем оценки уровня эвтрофикации. Представленная работа продолжает серию работ по оценке качества вод водоемов и водотоков урбанизированных территорий [6]. Исследования проводились на 4 станциях, расположенных на различных участках Охтинского водохранилища в период с 2006 по 2019 год. Согласно классификации водных объектов по индексу трофического состояния водоема (ITS) исследуемый водный объект является *эвтрофным* при значении ITS = 16,6. По шкале Р. Карлсона при значении индекса TSI от 70 и более Охтинское водохранилище относится к *гипертрофным* водоемам. По гидрохимическим показателям водоем обладает *слабощелочными* водами, относится к *V классу качества* по содержанию кислорода и характеризуется как *грязный*. По содержанию общего фосфора и общего азота Охтинское водохранилище является *гипертрофным*. Анализ межгодовой динамики свидетельствует о наличии тенденции к улучшению.

### Литература

1. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Невы. В 6 книгах. Книга 1. Общая характеристика речного бассейна реки Невы. – СПб.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2010. – 189 с.
2. Алексеев Д.К., Зуева Н.В., Розенкова И.В., Урусова Е.С., Шелутко В.А. Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: новые горизонты/ Метеорологический вестник. 2017. Т. 9. № 2. С.1–8.
3. Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю., Примак Е.А., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Степанова А.Б. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах. СПб: изд-во РГГМУ. 2019. 140 с.
4. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. СПб: изд-во РГГМУ, 2020. 114 с.
5. Neverova-Dziopak E. Podstawy zarzadzania procesem eutrofizacji antropogenicznej / E. Neverova-Dziopak. AGH. – Krakow, 2010. – 131 s.
6. Alexeev D.K., Shelutko V.A., Zueva N.V., Kolesnikova E.V., Urusova E.S., Primak E.A. Research results in the field of applied and systems ecology at the RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya. Russian Journal of Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University)*. 2020. 60.

### Trophic status assessment of the Okhta reservoir

**Yu.A. Dolgoborodova, D.K. Alexeev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>— *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia,  
kafedra\_pe@rshu.ru*

Abstract. The work was done on the basis of data from the Educational Bureau of Environmental Monitoring of RSHU for 2006-2019. The paper presents the results of assessing the trophic status of the Okhta reservoir using the numerical indicator ITS (Index of Trophic Status) and TSI (Trophic State Index). The interannual dynamics of various hydrochemical indicators is considered.

Key words: pollution, water quality, urban environment quality, eutrophication.

## Исследование распределения морского мусора на побережье Российской части Финского залива в 2019 году

Ершова А.А.<sup>1</sup>, Кузьмина А.С.<sup>1</sup>, Миннигазимова Л.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, kuzmina\_a98@yahoo.com

<sup>2</sup> – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных  
технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В докладе отображены результаты исследования морского мусора на некоторых песчаных пляжах Санкт-Петербурга и Ленинградской области в 2019 году, а также описаны основные тенденции накопления мусора и проведена оценка загрязненности пляжей. Показано, что загрязненность пляжей зависит от преобладающих течений и антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: морской мусор, Невская губа, Финский залив, мониторинг

Морской мусор — это мусор, выброшенный людьми или принесенный ветром в водную среду или на побережье. Загрязнение морским мусором (в том числе пластиковым) является глобальной проблемой. Пластиковый мусор устойчив в окружающей среде и может представлять опасность как для морских организмов, так и для человека.

Одним из наиболее эффективных способов контроля морского мусора (определения источников поступления, изменения, распределения и накопления) является проведение качественного мониторинга на морских побережьях. Такие исследования проводятся в регионе Финского залива уже несколько лет. В данном исследовании использовались методики изучения морского мусора по фракциям (микро-, мезо- и макро) специально для песчаных побережий Балтийского моря [1]. Они позволяют изучать тенденции распределения и накопления морского мусора как в зоне заплеска, так и вдоль всего пляжа до линии растительности – фракции от микро-мусора (2-5 мм) до мезо-мусора (5-25 мм) и макро-мусора (более 25 мм) в верхнем слое песка от зоны заплеска до линии растительности [1].

Полевые исследования проводились летом 2019 года на 13 пляжах Финского залива на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области: в Невской губе (о. Декабристов, парк 300-летия, пос. Лахта, Жемчужный пляж, пос. Лисий Нос, парк Александрия, г. Ломоносов), в открытой части Финского залива (пос. Солнечное, г. Зеленогорск, пос. Большая Ижора, пос. Лебяжье) и на двух пляжах о. Котлин.

В ходе проведенных исследований было проанализировано 66 проб морского мусора. Результаты исследования показали, что наиболее загрязненным оказалось южное побережье Невской губы и северное побережье открытой части Финского залива. На степень загрязненности влияет качество и количество мероприятий по уборке, а также преобладающие ветра и течения.

На побережьях Невской губы в зоне заплеска преобладает макро- и мезомусор, который включает в себя большое количество пластика разнообразного происхождения (фильтры от сигарет, ватные палочки, пенопласт). Также на побережьях, территория которых находится вблизи зоны строительства (п. Лахта, Жемчужный пляж) присутствует большое количество строительного мусора. Больше всего сигаретных фильтров было обнаружено на Жемчужном пляже (4 шт/м<sup>2</sup>), в Ломоносове и в парке 300-летия. Подавляющее большинство пластика найдено на о. Декабристов (3 частицы/м<sup>2</sup>), в пос. Лисий нос и на южном побережье о. Котлин. Почти весь микромусор, обнаруженный в ходе исследования «Frame» методом на о. Декабристов, оказался пластиком. Ещё на 4 пляжах пластик является доминирующим типом мусора (в парке 300-летия, в пос. Лахта, в пос. Лисий нос и в Ломоносове). Пластиковые частицы были обнаружены на всех исследуемых побережьях. Дамба комплекса Защитных сооружений города Санкт-Петербурга ограничивает водообмен Невской губы с открытой частью Финского залива, следовательно, для

побережий эстуария основным источником загрязнения является мусор, поступающий с водами Невы.

В открытой части Финского залива исследования проводились не только в зоне заплеска, но и по длине всего пляжа, методом «Rake». Наиболее загрязненным оказался Ласковый пляж в поселке Солнечное. Чуть меньше концентрация морского мусора на северном пляже заказника «Западный Котлин». Найденные фрагменты зачастую имеют размер менее 5 мм и состоят в основном из металла – это частицы обшивки кораблей. Чуть меньше морского мусора было найдено на южном побережье заказника. Так же, как на северном побережье, на южном преобладает металл. Появление металла связано с близостью порта и фарватера. Северное побережье открытой части залива загрязнено больше, чем южное. Но на том и другом берегу преобладает пластик.

#### Литература

1. Haseler M., Schernewski G., Balciunas A., Sabaliauskaite V. Monitoring methods for large micro- and meso-litter and applications at Baltic beaches // Journal of Coastal Conservation. – 2017

### **Study of the distribution of marine litter on the coast of the Russian part of the Gulf of Finland in 2019**

**Ershova A.A. <sup>1</sup>Kuzmina A.S. <sup>1</sup>, Minnigazimova L.I. <sup>2</sup>,**

<sup>1</sup> – Russian State Hydrometeorological University, St.-Petersburg, Russia, kuzmina\_a98@yahoo.com

<sup>2</sup> –Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St.-Petersburg, Russia

Abstract. The report presents the results of a study of marine debris on some sandy beaches of St. Petersburg and the Leningrad region in 2019, as well as describes the main trends in the accumulation of debris and an assessment of the pollution of beaches. It is shown that the pollution of beaches depends on the prevailing currents and anthropogenic load.

Key words: marine litter, Neva Bay, Gulf of Finland, monitoring.

## **Аквапоника – альтернативный метод ведения сельского хозяйства**

**Забелина А. В., Шошин А. В.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия  
dgiguli21@gmail.com*

**Аннотация:** В данной статье были освещены основные принципы работы аквапонной установки. Выявлены положительные и отрицательные стороны ведения хозяйства методом аквапонии. Тема актуальна так как аквапоника, как альтернативный метод ведения сельского хозяйства, может решить ряд проблем, связанных с влиянием сельского хозяйства на окружающую среду и качеством продуктов питания.

**Ключевые слова:** аквапонная система, выращивание органической продукции, азотный цикл.

Был произведен обзор и анализ литературных источников, в результате получены следующие выводы:

- Аквапоника, уже достаточно известный за рубежом метод ведения сельского хозяйства, пока не пользуется популярностью в России.
- Представляя собой сочетание растениеводства и аквакультуры, аквапоника является высокопродуктивным методом ведения хозяйства.
- Основным процессом в аквапонной системе является азотный цикл.
- Аквапонная система является искусственной экосистемой и благодаря своей практически полной замкнутости имеет минимальное влияние на окружающую среду.
- Аквапоника дает возможность получать урожай как растительных культур, так и рыбы или моллюсков.
- Благодаря взаимодействию звеньев в аквапонной системе, она не нуждается в большом штате обслуживающего персонала.
- Аквапоника имеет несколько типов устройства, что позволяет подобрать самый подходящий вариант для выращивания желаемой культуры.
- Аквапонные установки не нуждаются в колоссальных площадях и благодаря ярусным системам может находиться в черте города.
- Непосредственная близость к потребителю дает минимальные затраты на транспортировку продукции и позволяет доставлять ее к точкам продаж в свежем виде.
- На начальных этапах устройства аквапонной установки необходим тщательный контроль за гидрохимическими характеристиками воды, состоянием объектов аквакультуры и агрокультуры, физическими показателями.
- Из-за тесной взаимосвязи элементов в аквапонной системе негативные изменения в одном звене может отрицательно отразиться на остальных.
- Период стабилизации системы может меняться в зависимости от размеров установки и длится примерно 2 - 4 месяца.

### **Литература**

1. Базырина Е. Н., Бушуева Т.М., Ильинская Н. Л., Чесноков В. А., Выращивание растений без почв – Санкт – Петербург, Издательство Ленинградского Университета, 1960. – 162 с.
2. Andreas Graber, Desalination. Aquaponics systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production [Текст]/ Andreas Graber, Ranka Junge// Desalination. – 2009. – № 246. – с.147 – 156.
3. Aquaponics FAQ [Электронный ресурс]: How to build backyard aquaponics – Режим доступа: <http://aquaponicsfaq.net/how-to-build-backyard-aquaponics/> – (Дата обращения 10.08.2020)

4. Backyard Aquaponics [Электронный ресурс]: Backyard Aquaponics Installs – Режим доступа: <http://www.backyardaquaponics.com/systems/backyard-aquaponic-installs/> – (Дата доступа 13.08.2020)
5. Blogs.ifas.ufl.edu [Электронный ресурс]: James Rakocy, Ten Guidelines for Aquaponic Systems – Режим доступа: <http://blogs.ifas.ufl.edu/santarosaco/files/2013/06/Aquaponics-Journal-10-Guidelines.pdf> – (Дата обращения 29.08.2020)
6. Christopher Somerville, FAO FISHERIES AND AQUACULTURE TECHNICAL PAPER. Small-scale aquaponics food production Integrated fish and plant farming [Текст]/ Alessandro Lovatelli, Austin Stankus, Christopher Somerville, Edoardo Pantanella// FAO FISHERIES AND AQUACULTURE TECHNICAL PAPER. – 2014. – №589. – с. 288
7. MPDI [Электронный ресурс]: Influence of UV Treatment on the Food Safety Status of a Model Aquaponic System – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2073-4441/9/1/27/htm> – (Дата обращения 23.08.2020)
8. ResearchGate [Электронный ресурс]: Recirculation Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics – Integrating Fish and Plant Culture – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/284496499\\_Recirculating\\_aquaculture\\_tank\\_production\\_systems\\_Aquaponics-Integrating\\_fish\\_and\\_plant\\_culture](https://www.researchgate.net/publication/284496499_Recirculating_aquaculture_tank_production_systems_Aquaponics-Integrating_fish_and_plant_culture) – (Дата обращения 23.08.2020)
9. ScienceDirect [Электронный ресурс]: Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916409004299> – (Дата обращения 18.08.2020)

### **Aquaponics systems are an alternative method of farming**

**Zabelina A. V., Shoshin A. V.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia  
dgiguli21@gmail.com*

Abstract: this work highlights the basic principles of the aquapon installation. Positive and negative aspects of aquaponics farming are revealed. The topic is quite relevant, as aquaponics as an alternative method of farming can solve a number of problems related to the impact of agriculture on the environment and the quality of food.

Keywords: aquaponics system, growing organic products, nutrients cycle.

## Распределение концентрации хлорофилла «а» и оценка эвтрофирования вод восточной части Финского залива

Киселева В.В.<sup>1</sup>, Логинова Н.В.<sup>1</sup>, Александров С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> - РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, v.valerikiseleva@yandex.ru

<sup>2</sup> – Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО», Калининград, Россия, hydrobio@mail.ru

Представлено пространственное и вертикальное распределение хлорофилла «а» в восточной части Финского залива в июле 2020 г. На большинстве станций было мезотрофное состояние и средний уровень эвтрофирования вод (<3,7 мкг/л), не превышающий целевого значения Хелком.

Ключевые слова: хлорофилл «а», эвтрофикация, восточная часть Финского залива.

Финский залив относится к наиболее эвтрофированным районам Балтийского моря из-за природных особенностей и сильной антропогенной нагрузки с берега, обуславливающих высокие концентрации биогенных элементов в воде и интенсивное развитие водорослей. Концентрация хлорофилла «а» в воде является одним из ключевых индикаторов эвтрофирования вод, так как его определение является общепризнанным методом оценки обилия фитопланктона [1]. Целью настоящей работы было рассмотрение особенностей распределения хлорофилла «а» и определение трофического уровня вод восточной части Финского залива в летний период 2020 г.

Хлорофилла «а» в пределах российской акватории Финского залива (на глубинах 35-77 м) исследовали 3-5 июля 2020 г. на НИС «Академик Иоффе» на 8 станциях, которые соответствовали станциям мониторинга РГГМУ. На глубинах до 55 м пробы отбирали на 3 горизонтах (под поверхностью, над термоклином, придонный) (рис. 1б), глубже – на 4 горизонтах (рис. 1а). Пробы воды объемом 0,3–0,5 л фильтровали через мембранные фильтры «МФАС-МА-6» (диаметр пор 0,3 мкм) и определяли спектрофотометрическим методом согласно ГОСТ 17.1.04.02-90.

Акватория исследований характеризуется значительным пространственным и вертикальным градиентом условий среды, влияющих на развитие фитопланктона и концентрацию хлорофилла «а». В июле 2020 г. в фотическом слое соленость вод изменялась в диапазоне 2,7-5,8 ‰. Наблюдались низкие концентрации минерального фосфора в фотическом слое – 10-27 мкгР/л по сравнению с придонным слоем (113-337 мкгР/л), при достаточно высоком содержании аммонийного азота у поверхности (109-257 мкгN/л) и в столбе воды. В июле 2020 г. прозрачность воды изменялась от 3,5 до 4,5 м, как следствие благоприятная для развития фитопланктона фотическая зона (до глубины 10-12 м), располагалась непосредственно над термоклином и галоклином. Наибольшая концентрация хлорофилла «а» была у поверхности (2,38-3,72, в среднем 3,09 мкг/л) и снижалась на нижней границе зоны фотосинтеза над слоем термоклина (1,67-3,26, в среднем 1,97 мкг/л) (рис. 1). Наличие устойчивого термо- и галоклина в летний период затрудняет вертикальное перемешивание и обуславливает низкое содержание хлорофилла под ними из-за неблагоприятных для фитопланктона световых условий, в частности, на глубоководных станциях (F32, F33, F35) в слое 38-45 м была минимальная концентрация (0,28-0,37 мкг/л). Одновременно, интересной особенностью было увеличение на этих глубоководных станциях хлорофилла «а» у дна, особенно на станции F32, где у дна (73 м) отмечена максимальная величина 5,04 мкг/л (при солености 8,5‰ и высокой концентрации кислорода 4,51 мгО/л), возможно, из-за перемешивания поступающих в залив морских вод (рис. 1а).

В период проведения исследований на акватории Финского залива не было «цветения» синезеленых водорослей, возможно, из-за недостаточного прогрева вод (температура 14,3-16,3 °С), как следствие, концентрации хлорофилла «а» только на 3 менее глубоких станциях (F10, 4UGMS, F34), достигали *высокого уровня* (IV класс) эвтрофирования, а на большинстве станций, как и в среднем для акватории соответствовали *среднему уровню* (III класс, 2,2-3,2 мкг/л), согласно классификации, принятой в Швеции для летнего периода [2]. Полученные величины соответствовали мезотрофному состоянию вод (0,8-4,0 мкг/л) согласно классификации трофического статуса вод Балтийского моря, включая прибрежные зоны [3].

В июле 2020 г. концентрации хлорофилла «а» как показателя эвтрофирования вод не превышали целевого значения ( $<4,03$  мкг/л для лета), предусмотренного для Финского залива для достижения «хорошего экологического статуса» согласно Плану действий по Балтийскому морю [1]. В отличие от прозрачности воды, которая была ниже целевого значения (5,5 м). Полученные величины согласуются с результатами, полученными в этом районе летом 2014 г. [4], но необходимо учитывать кратковременность и достаточную локальность исследований 2020 г.

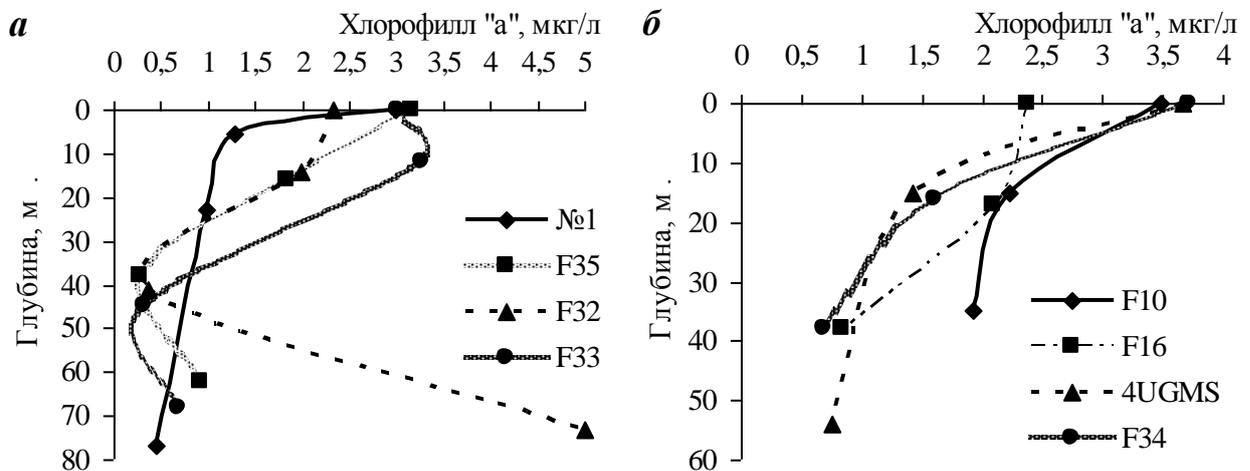


Рисунок 1 – Распределение хлорофилла «а» в столбе воды в Финском заливе в июле 2020 г.

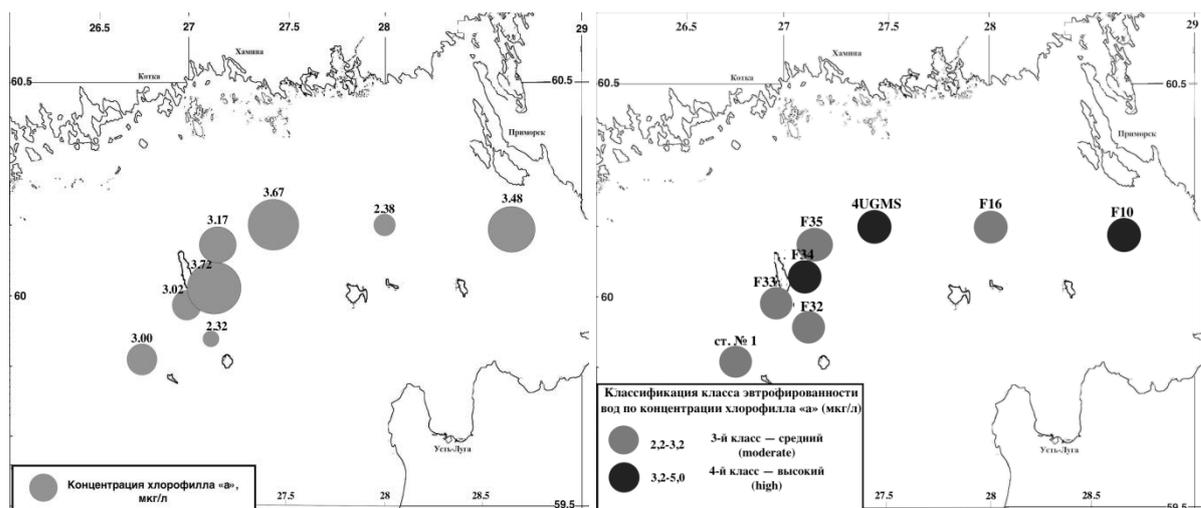


Рисунок 2 – Распределение и оценка содержания хлорофилла «а» для восточной части Финского залива: а – концентрация хлорофилла «а» (мкг/л) на поверхности; б – качество вод

### Литература

1. Eutrophication in the Baltic Sea - Approaches and methods for eutrophication target setting in the Baltic Sea region // Baltic Sea Environ. Proc. 2013. № 133. 134 p.
2. Environmental Quality Criteria - Coasts and Seas // Report № 5052, Swedish Environmental Protection Agency, 2000. 138 p.
3. Wasmund, N. et al. Trophic status of the south-eastern Baltic sea: a comparison of coastal and open areas // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2001. Vol. 53. P. 849-864.
4. Ершова А.А., Коробченкова К.Д., Агранова Ю.С. Оценка состояния Финского залива по индикаторам эвтрофирования Хелком // Ученые записки РГГМУ. 2018. № 51. С. 137-149.

## **Distribution of chlorophyll "a" concentration and assessment of eutrophication of waters in the eastern part of the Gulf of Finland**

<sup>1</sup> - *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, v.valerikiseleva@yandex.ru*

<sup>2</sup> - *Atlantic branch of FSBSI "VNIRO", Kaliningrad, Russia, hydrobio@mail.ru*

The spatial and vertical distribution of chlorophyll "a" in the eastern part of the Gulf of Finland in July 2020 is presented. Most stations had mesotrophic state and an average level of eutrophication of waters ( $<3.7 \mu\text{g} / \text{L}$ ), not exceeding the target Helcom to Gulf of Finland.

Key words: chlorophyll "a", eutrophication, eastern part of the Gulf of Finland.

## Оценка качества вод р. Славянки

**Козлова А.В.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург,  
Россия, alinchkakzlv@rambler.ru*

Аннотация. В работе была выполнена оценка качества вод р. Славянки за период с 2016–2019 гг. Использованы гидрохимические характеристики. Воды исследуемого участка реки относятся к категории «грязные».

Ключевые слова: качество вод, загрязнение, индекс загрязненности воды, малая река, Санкт-Петербург, р. Славянка

Ухудшение качества поверхностных вод в результате хозяйственной деятельности является актуальной проблемой. Особенно это касается малых рек, протекающих по урбанизированной территории [1, 2]. Под качеством воды понимается такие характеристики ее состава и свойств, определяющие ее пригодность для конкретных видов водопользования. Одним из общепринятых методов оценки качества водотоков является оценка с использованием гидрохимических характеристик.

Река Славянка – левый приток Невы, протекающий по в Гатчинском районе Ленинградской области, охватывая территорию сразу трех районов г. Санкт-Петербурга (Пушкинский, Колпинский и Невский). Данный водоток, протекая в пределах городской черты и являясь рыбохозяйственным водным объектом первой категории, заслуживает особого внимания. Особый вклад в его загрязненность вносят хозяйственно-бытовые сточные воды г. Пушкина, г. Павловска, а также сточные воды различных предприятий.

На данном водотоке специализированными службами ежегодно осуществляется экологический мониторинг. По данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности воды р. Славянки в черте п. Усть-Славянка (0,04 км выше устья) классифицировались, как «очень загрязненные» и «грязные» [3].

Цель работы – оценка качества вод реки Славянки с использованием гидрохимических показателей ниже выпуска КОС г. Пушкин.

В качестве исходных данных использовались концентрации загрязняющих веществ, полученные летом 2016–2019 гг. по результатам производственного контроля. Отбор проб производился в двух точках, расположенных ниже г. Пушкин. Створ наблюдений, расположенный на расстоянии 50 м выше сброса сточных вод, является фоновым.

На первом этапе была проведена покомпонентная гидрохимическая оценка исследуемого участка. Оценка показала, что участок реки в районе 50 м. выше и 50 м. ниже выпуска сточных вод по значению водородного показателя относится к щелочным водам. Отмечается высокое содержание как легкоокисляемых, так и трудноокисляемых органических веществ для обеих точек за весь период наблюдений. Концентрации биогенных элементов, а именно форм азота и фосфора также высокое, что является характерным не только для данного участка реки [4].

Наибольшее содержание отмечалось в 2018 году у азота аммонийного (25ПДК) и фосфора фосфатов (19ПДК). Также для данного участка реки отмечается высокое содержание железа. Для химических соединений преимущественно антропогенного происхождения – нефтепродуктов и АПАВ за весь период наблюдений отмечается незначительно превышение ПДК. При этом данный участок р. Славянка за весь период наблюдений имеет довольно благоприятный кислородный режим. Концентрации сульфатов и хлоридов для обоих створов на протяжении исследуемого периода оставалась ниже предельно-допустимой.

Для комплексной оценки качества вод был рассчитан индекс загрязненности воды (ИЗВ). Расчет данного индекса для исследуемых точек представлен на Рисунке 1.

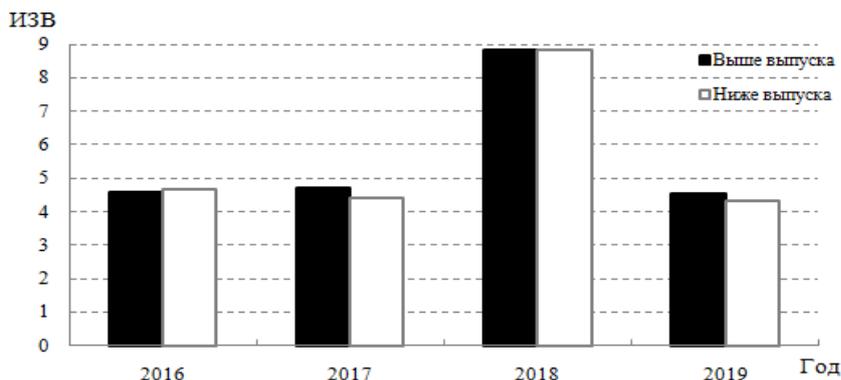


Рисунок 1 – Значение ИЗВ для исследуемого участка р. Славянка

Значение ИЗВ для фонового створа в 2016, 2017 и 2019 гг. позволяет охарактеризовать его воды как «грязные». В 2018 году значение ИЗВ резко возрастает, и вода характеризуется уже как «очень грязная». Для точки контроля, расположенной на расстоянии 50 м ниже по течению, ситуация аналогичная, сами значения ИЗВ незначительно отличаются от значений фонового створа.

Таким образом, можно сказать, что предприятие осуществляющее сброс сточных вод на данном участке не оказывает значительного воздействия на качество вод р. Славянка. Содержание загрязняющих веществ ниже сброса сточных вод незначительно превышает концентрации загрязняющих веществ в фоновом створе. Однако качество вод реки в изученных створах довольно низко. Можно сказать, что ввиду высокой антропогенной нагрузки, в том числе влияния сточных вод различного происхождения, состояние водотока неудовлетворительно по гидрохимическим показателям.

**Благодарности.** Исследование выполнено при частичной поддержке гранта РФФИ: 19-05-00683.

#### Литература

1. Алексеев Д.К., Зуева Н.В., Розенкова И.В., Урусова Е.С., Шелутко В.А. Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: Новые горизонты // Метеорологический вестник. 2017. Т. 9. № 2. С. 1-8.
2. Alexeev D.K., Shelutko V.A., Zueva N.V., Kolesnikova E.V., Urusova E.S., Primak E.A. Research results in the field of applied and systems ecology at the RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya*. Russian Journal of Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University). 2020. 60.
3. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге Доступна online: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/ecorep/>. Дата обращения: 14 апреля 2020 г.
4. Урусова Е.С., Пилюгина А.Н. Оценка влияния сточных вод от очистных сооружений сточных городов на загрязненность малых рек// Геопоиск-2016: Материалы I Всероссийского конгресса молодых ученых-географов, Тверь, 3-9 октября 2016 г. / Тверской государственный университет. – Тверь: Изд-во ТвГУ, 2016. – С. 750-756.

### Estimation of the Slavyanka river water quality

**Kozlova A.V.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, alinchkakzlv@rambler.ru*

**Abstract.** In this work, the water quality of the Slavyanka river was assessed for the period from 2016-2019. Hydrochemical characteristics were used. The waters of the investigated section of the river are classified as "dirty".

**Key words:** water quality, pollution, water pollution index, small river, Saint Petersburg, Slavyanka river.

## Оценка загрязненности вод реки Ижора в летний период 2020 года

Козлова А.В., Зуева Н.В.

Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург,  
 Россия, alinchkakzlv@rambler.ru

Аннотация. Работа посвящена оценке загрязненности вод р. Ижоры в летний период 2020 г. Для анализа использовались гидрохимические и токсикологические характеристики. Оценка показала, что наибольшей загрязненности характеризуется устьевой участок реки.

Ключевые слова: река Ижора, малая река, г. Санкт-Петербург, экологическая оценка, индекс загрязненности воды, индекс токсичности

Для Северо-западного региона России характерна сильно развитая гидрографическая сеть, большую часть которой составляют малые реки. Все возрастающее негативное воздействие хозяйственной деятельности на водные объекты сказывается, как на здоровье людей, так и на состоянии природных экологических систем [1].

Объектом исследования в работе является р. Ижора, левый приток р. Невы. Данная река протекает по территории г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области, испытывая влияние большого количества объектов коммунального, промышленного и сельскохозяйственного секторов. В связи с этим, степень загрязненности р. Ижора и других малых рек г. Санкт-Петербурга и прогноз их дальнейшего состояния вызывает повышенный интерес, как у надзорных органов в области охраны и использования водных ресурсов [2,3], так и у исследователей [4,5].

Цель работы заключалась в оценке загрязненности вод р. Ижоры с использованием гидрохимических и токсикологических характеристик.

Материалами для работы послужили собственные натурные данные, полученные в летний период 2020 года. Полевые работы проводились на 5 станциях отбора проб, где был собран материал для последующего анализа. Для оценки загрязненности вод р. Ижора в качестве абиотической составляющей использовались гидрохимические параметры, а в качестве биотической – токсикологические характеристики.

Для оценки загрязненности вод р. Ижора по гидрохимическим показателям был использован индекс загрязненности воды (ИЗВ). Результаты расчета данного индекса для всех станций отбора проб отображены на Рисунке 1.

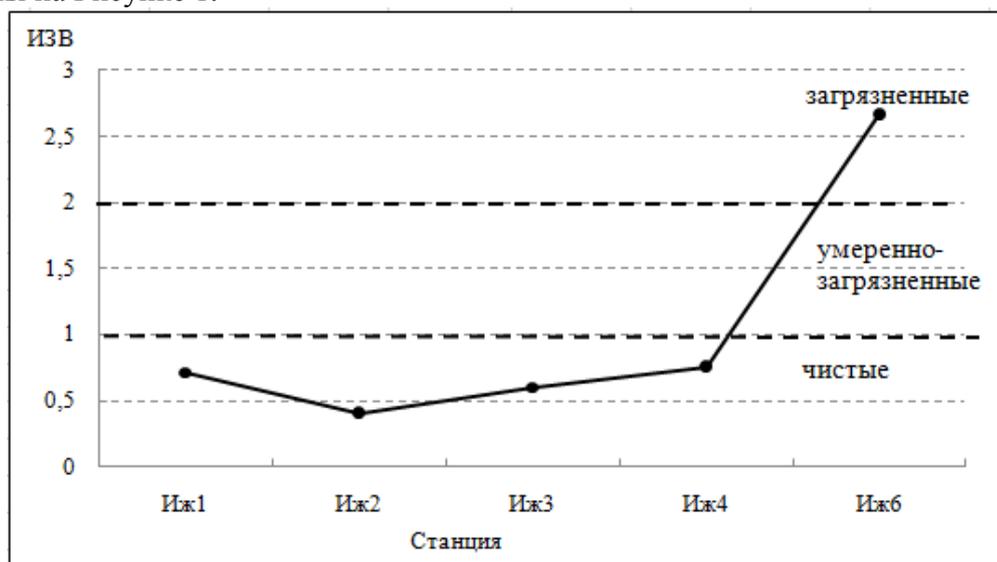


Рисунок 1 – Значения ИЗВ для станций отбора проб р. Ижора в летний период 2020 г.

Как видно из рисунка, при движении от истока к устью значения данного индекса возрастают. Наибольшее значение индекса и соответствующая ему характеристика «загрязненная»

отмечается для устьевой точки (Ижб), расположенной в пос. Усть-Ижора г. Санкт-Петербург.

Оценка загрязненности вод р. Ижора по токсикологическим характеристикам была установлена методом биотестирования. В качестве тест-объекта использовались простейшие – инфузории *Paramecium caudatum* [6].

Полученный по результатам проведенных исследований индекс токсичности для *Paramecium caudatum* показал, что все станции отбора проб имеют допустимую степень токсичности. Тем не менее, как и в случае с гидрохимической оценкой, прослеживается некоторое увеличение значения индекса токсичности при движении по течению реки от истока к устью.

Таким образом, проведенная оценка загрязненности вод р. Ижора по гидрохимическим и токсикологическим характеристикам, позволяет сделать вывод о том, что именно устьевой участок реки, находящийся в пределах городской черты, отличается наибольшей степенью загрязненности, чем остальные станции.

**Благодарности.** Исследование выполнено при частичной поддержке гранта РФФИ: 19-05-00683 а.

**Acknowledgments.** The work was supported by in part by RFBR grant: 19-05-00683 a

### Литература

1. Alexeev D.K., Shelutko V.A., Zueva N.V., Kolesnikova E.V., Urusova E.S., Primak E.A. Research results in the field of applied and systems ecology at the RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya. Russian Journal of Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University)*. 2020. 60.
2. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге Доступна online: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/ecorep/>. Дата обращения: 26 сентября 2020.
3. Доклад об экологической ситуации в Ленинградской области Доступна online: <https://nature.lenobl.ru/ru/deiatelnost/ohrana-i-monitoring-okruzhayushej-sredy//> Дата обращения: 26 сентября 2020.
4. Балушикина Е.В. Структура сообществ донных животных и оценка экологического состояния р. Ижоры: влияние гидрофизических и гидрохимических параметров воды // Биология внутр. вод. 2003. № 1. С. 74–80.
5. Литвинчук Л.Ф. Особенности зоопланктонного сообщества верхнего течения реки Ижора (бассейн Балтийского моря) в условиях длительного антропогенного воздействия// Принципы экологии. 2019. № 1 (31). С. 47-62.
6. Р 52.24.566-94. Рекомендации. Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем. М., 1994

## Evaluation of the Izhora river water pollution in the summer of 2020

**Kozlova A.V., Zueva N.V.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia,  
alinchkakzlv@rambler.ru*

Abstract. The water pollution of the Izhora river was evaluated in the summer of 2020. Hydrochemical and toxicological characteristics were used for the analysis. The evaluation showed that the estuary section of the river is the most polluted.

Key words: river Izhora, small river, Saint Petersburg, environmental estimation, water pollution index, toxicity index

## Исследование радиационного фона в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга

**Колинбет Л. В.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, lyudmila.kolinbet@yandex.ru*

**Аннотация.** Проведено исследование радиационного фона в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга. Проанализированы результаты измерений  $\gamma$ - и  $\beta$ -излучения со снежным покровом и без него. Проведен сравнительный анализ измеренных и архивных данных.

Ключевые слова: радиационный фон,  $\gamma$ - излучение,  $\beta$ -излучение

Цель работы заключалась в исследовании динамики радиационного фона Красногвардейского района Санкт-Петербурга.

Для достижения поставленной цели были проведены измерения  $\gamma$ - и  $\beta$ -излучения с помощью дозиметра-радиометра ИРД-02Б1 и дозиметра бытового «Мастер-1». Для проведения измерений было выбрано 64 точки. Измерения проводились 29, 30 октября 2018-го года без снежного покрова и 25,26 декабря 2018-го года при снежном покрове. В каждой точке на окружности радиусом один метр проводилось 9 замеров. Дозиметром Мастер-1 3 раза измерялось гамма излучение. Дозиметром ИРД-02Б1 проводилось по 3 замера плотности потока частиц при открытом детекторе и при закрытом. Показания заносились в таблицу Excel, где считались средние значения.

Таблица 1 – Средние и максимальные значения  $\gamma$ - и  $\beta$ -излучения

| Даты измерений         | Среднее значение                |  | Максимальное значение           |  |
|------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|--|
|                        | $\gamma$ -излучение<br>(мкЗв/ч) | $\beta$ -излучение<br>(част/(мин $\times$ см <sup>2</sup> )) | $\gamma$ -излучение<br>(мкЗв/ч) | $\beta$ -излучение<br>(част/(мин $\times$ см <sup>2</sup> )) |
| 29, 30 октября 2018.г. | 0,17                            | 6  | 0,27                            | 13   |
| 25,26 декабря 2018.г.  | 0,15                            | 5  | 0,21                            | 8  |

Проводилась визуализация результатов измерений с помощью программного пакета «Surfer 9». Пакет «Surfer 9» предоставляет несколько методов построения регулярной сетки, каждый из которых по-своему интерполирует данные. Для интерполяции результатов измерений был выбран метод Kriging.

Было проведено сравнение измерений  $\gamma$ -излучения в октябре 2018 г. с данными за 2010 г. и 2004 г., полученными в тех же точках. В результате анализа было выяснено, что среднее значение радиационного фона в микрорайоне почти не изменилось. Накопления радиоактивных веществ не происходит.

Сравнение измерений при снежном покрове и без него показало, что снег уменьшает уровень радиационного фона примерно на 10%.

В результате исследования был сделан вывод, что уровень радиационного фона в Красногвардейском районе соответствует санитарным нормам.

### Литература

1. Бекман, И. Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия: учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 409 с.
2. СанПиН 2.6.1.2800-10 "Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения": Утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 24 декабря 2010 г. N 171
3. Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): Утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 26 апреля 2010 г. N 40
4. Погосов А. Ю. Ионизирующая радиация: радиоэкология, физика, технологии, защита:

учеб. /Под ред. А. Ю. Погосова – О: Издательство «Наука и Техника», 2012. – 115-138

## **Study of the radiation background in the Krasnogvardeysky district of St. Petersburg**

**Kolinbet L.V.**

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
lyudmila.kolinbet@yandex.ru*

Abstract. A study of the radiation background in the Krasnogvardeysky district of St. Petersburg. The results of measurements of  $\gamma$  and  $\beta$  radiation with and without snow cover are analyzed. A comparative analysis of the measured and archived data is carried out.

Key words: radiation background,  $\gamma$  radiation,  $\beta$  radiation

## Оценка рекреационной нагрузки на ООПТ (Катунский биосферный заповедник)

**Косатова А., Буэнаньо Б., Тимофеева А.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет,  
г. Санкт-Петербург, Россия, ms21.00@mail.ru*

Аннотация. Катунский биосферный заповедник относится к сети биосферных резерватов и нуждается в комплексном мониторинге состояния природно-территориальных комплексов. Мониторинг рекреационной нагрузки проводился исходя из оценки стадий дегрессии наиболее проходимой туристической тропы заповедника.

Ключевые слова: природно-территориальный комплекс, рекреационная нагрузка, стадии дегрессии, мониторинг, ООПТ.

Для особо охраняемых природных территорий федерального значения необходимо проведение комплексного мониторинга в соответствии с проектом Стратегии развития познавательного туризма [1]. Исходя из этого, необходимо осуществлять рекреационный мониторинг туристических троп

Катунский биосферный заповедник располагается в Усть-Коксинском районе республики Алтай. Заповедник занимает высокогорную часть Алтая на Катунском хребте со средними высотами от 1300 до 3280 м. Высочайшая точка Сибири - гора Белуха, примыкает к территории заповедника и является объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО. На территории заповедника находится ряд значимых рекреационных объектов (Мультиинские озера, перевал Казинихинский, река Иолдо, озеро Таймень), испытывающих повышенную нагрузку.

В ходе исследования производились наблюдения за состоянием ПТК вдоль наиболее посещаемого экскурсионного маршрута к Мультиинским озерам. Полустационарные исследования включают в себя сопряженные наблюдения за состоянием ПТК тропы [2].

Основой методики, взятой для мониторинга состояния природных территориальных комплексов (ПТК), является концепция рекреационной дегрессии ландшафтов. Эта концепция отражается во «Временной методике определения рекреационных нагрузок», которая официально утверждена для нормирования рекреационного воздействия [3].

Стадии дегрессии туристических троп оцениваются визуально и фиксируются на карте, для дальнейшего анализа данных. Всего выделяется 4 стадии дегрессии, где 1 стадия - территория практически не подвержена воздействию, а 4 стадия – территория существенно нарушенная.

Объектом исследования был эколого-познавательный маршрут в бассейне Мультиинских озер, являющийся наиболее посещаемым в заповеднике, а его общая протяженность составляет 15 км.

Была построена ГИС-карта экологической тропы с обозначенными на ней стадиями дегрессии (1 ст. – белым; 2 ст. – темно-зеленым; 3 ст. – светло-зеленым; 4 ст. – желтым), приведенная на рисунке 1. Протяженность маршрута составляет: от Кордона до стоянки «Развилка» - 5 км, от «Развилки» до оз. Поперечное - 3 км, от «Развилки» до оз. Верхнее - 3 км.

Большая часть тропы имела 3 стадию дегрессии - 41,19 %, на 2 стадию дегрессии пришлось 31,25 %, на 4 стадию - 18,45, и наименьшая часть тропы имела 1 стадию - 9,11%

На ГИС-карте видно, что 1 и 2 стадии чаще встречаются на участке тропы на подходе к Верхнему и Поперечному озерам, а 3 и 4 стадии распространены на пути к «Развилке». Следует отметить, что маршрут Кордон - «Развилка» проходит по прилегающей к заповеднику территории, а маршруты до двух озер, идущие от «Развилки» проходят непосредственно в заповеднике. И как видно на ГИС-карте, такое распределение возможно объяснить тем, что участок тропы Кордон – «Развилка» является смежным для двух туристических маршрутов, а, следовательно, это усиливает нагрузку со стороны посетителей.



Рисунок 1 – ГИС-карта экологической тропы с обозначениями стадий дигрессии

Таким образом, проведенная оценка рекреационной нагрузки на туристическую тропу с использованием «Временной методики определения рекреационных нагрузок» показала, что наибольшая часть исследуемой тропы имеет 3 стадию дигрессии. Что свидетельствует о нарушении проективного покрытия фитоценоза, изменение средней густоты подроста и подлеска, отсутствии мхов и лишайников и поэтому, необходимо регулирование рекреационной нагрузки различными лесопарковыми мероприятиями.

#### Литература

1. Стратегия развития познавательного туризма на особо охраняемых природных территориях федерального значения на период до 2020 года. [Электронный ресурс]–URL: <http://docs.cntd.ru/document/902322381> (Дата обращения: 25.09.2020)
2. А.А. Тордокова, Т.В. Яшина Рекреационный мониторинг как инструмент управления экологическим туризмом на ООПТ (На примере Катунского заповедника) // ФГБУ «Государственный природный биосферный заповедник «Катунский». – 2016. – 6 с.
3. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок.// Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву и др. - М. : Б. и., 1987. – 33 с.

### Assessment of the recreational load on specially protected natural areas (Katunskiy biosphere reserve)

**Kosatova A., Buenano B., Timofeeva A.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, ms21.00@mail.ru*

Abstract: Katunskiy biosphere reserve is a part of the network of biosphere reserves and needs comprehensive monitoring of natural-territorial complexes. The monitoring of the recreational load was based on the stages of degradation assessment of the most passable tourist reserve's trails.

Key words: natural territorial complexes, recreational load, stages of digression, monitoring, protected areas.

## Лимнологические особенности Коневских озер Валаамского архипелага

Котова А.К., Воякина Е.Ю.

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия,  
nasty-1255@mail.ru*

Аннотация. В работе приведены лимнологические параметры Коневских озер за период с июня по сентябрь 2015–2019 гг. Проведен анализ данных характеристик, а также их сравнение с многолетними данными. Особое внимание было уделено сероводороду.

Ключевые слова: малые озера, Валаамский архипелаг, сероводород, лимнологические параметры, типология озер

Валаамский архипелаг находится в северо-восточной части Ладожского озера в 40 км от г. Сортавала [1, 2, 3]. В систему Коневских озер входят три водоема, расположенных в северо-западной части о. Валаам: Игуменское, Черное и Оссиёво (последовательно с запада на восток). Они соединены в цепочку мелководными зарастающими протоками глубиной 0,5 м, которые завалены бревнами.

Озера Игуменское и Черное по сочетанию ряда гидрохимических параметров были выделены в новый для Карелии подтип водоемов [4]. Кроме того, в этих озерах наблюдалась эндогенная меромиксия, вероятно, она связана с присутствием железа в породе. Выпадение в осадок и последующее растворение солей железа могут поддерживать меромиксию: двухвалентное железо, попадая в водоем с питающими водами, окисляется до трехвалентного и оседает в виде гидроксида. В глубинных слоях трехвалентное железо вновь частично восстанавливается, растворяясь, увеличивает плотность глубинных вод [5]. В связи с увеличением плотности в придонные слои не поступает кислород и накапливается сероводород. Так же в озерах Игуменское и Черное на протяжении всего исследуемого периода наблюдалась температурная стратификация, можно выделить три слоя – эпи-, мета- и гипolimнион, вследствие чего, в озерах наблюдалось вертикальное распределение содержания кислорода, общего органического вещества, электропроводности и биогенных элементов. Озеро Оссиёво значительно отличается от вышеперечисленных озер. Из-за мелководности в нем идет активное перемешивание воды и разница в значениях параметров между поверхностью и дном была незначительна.

Цель работы: проанализировать лимнологические особенности Коневских озер Валаамского архипелага.

Подробно описаны особенности температурного и газового режима за 2015–2018 гг., а также проведено сравнение данных за 2015–2018 гг. с данными за 2019 г., которые были проанализированы в предыдущих работах [6, 7]. В августе 2019 г. были получены первичные данные по содержанию сероводорода на дне: в оз. Игуменское оно составляло 0,52 мг/л, в оз. Черное – 0,78 мг/л.

### Литература

1. Гусаков Б.Л., Тержевик А.Ю. Лимническое районирование и особенности озерных процессов в лимнических зонах // Ладожское озеро критерии состояния экосистемы. - СПб., 1992 г. С.21-27.
2. Белоусова Н.А., Кравченко А.В., Крутов В.И., Кучко А.А., Морозова Р.М. Флора и растительность // Экосистемы Валаама и их охрана. – Петрозаводск, 1989 г. – с.85-126.
3. Маринич М.А., Степанова А.Б., Воякина Е.Ю., Бабин А.В., Курочкин В.Н., Яшина О.И., Волгина М.В. Изменчивость гидрометеорологического режима ультрапрофундальной зоны Ладожского озера // Ладожское озеро Мониторинг, исследование современного состояния и проблемы управления Ладожским озером и другими большими озерами - Петрозаводск, 2000 г. – с. 345-352.
4. Лозовик П.А., Сабылина А.В., Коваленко В.Н., Басов М.И., Харкевич Н.С. Гидрохимическая характеристика малых озер Карелии // Матер. Всесоюзного совещания

«Антропогенные изменения экосистем малых озер» Л., 1991 г.

5. Рогозин Д.Ю. Меромиктические озера Северо-Минусинской котловины: закономерности стратификации и экология фототрофных серных бактерий. – Красноярск, 2018 г. – с. 14-16.

6. Котова А.К., Воякина Е.Ю. Оценка состояния Коневских озер Валаамского архипелага // Труды III Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2019., с 489-492.

7. Котова А.К., Воякина Е.Ю. Динамика лимнологических параметров Коневских озер Валаамского архипелага // Труды XXVII Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» – г.Сыктывкар, 2020.

## **Limnological features of the Konev lakes of the Valaam archipelago**

**Kotova A.K., Voyakina E.Ju.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, nasty-1255@mail.ru*

Abstract. The limnological parameters of Konev Lakes for the period from June to September 2015-2019 are presented. The analysis of these characteristics, as well as their comparison with long-term data were made. Special attention was paid to hydrogen sulfide.

Key words: small lakes, Valaam archipelago, hydrogen sulfide, limnological parameters, typology of lakes.

## Распределение частиц микропластика в толще льда

Лобчук О.И.<sup>1</sup>, Лазарюк А.Ю.<sup>1,2</sup>, Чубаренко И.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ИО РАН, Москва, Россия, *olga\_may87@mail.ru*

<sup>2</sup> – ТОИ ДВО РАН, Владивосток, Россия

Аннотация. В данной работе представлены результаты: (а) проведённых лабораторных тестов (замораживались образцы пресной и солёной (35 промилле) воды, содержащей разные виды плавучих и тонущих частиц МП); (б) отбор кернов льда в Амурском заливе (Японское море). В общей сложности за 21-27 февраля 2020 г. отобрано 13 кернов, общая длина примерно 6 м. Это потребовало обработки 122 фильтров.

Ключевые слова: микропластик, лед, натурный эксперимент, лабораторный эксперимент.

Обнаружение частиц МП во льдах Арктики в концентрациях, на порядки превышающих значения в «мусорных островах» на поверхности Тихого океана [Obbard et al., 2014; Bergmann et al., 2017] и в её глубоководных осадках [Bergmann et al., 2017] заставило только недавно тесно связать перенос МП в океане не столько с присутствием человека, сколько с гидрофизическими процессами (в данном случае - с глобальной термохалинной циркуляцией.[Cózar et al., 2017].

В данной работе представлены результаты: (а) проведённых лабораторных тестов (замораживались образцы пресной и солёной (35 промилле) воды, содержащей разные виды плавучих и тонущих частиц МП);

(б) отбор кернов льда в Амурском заливе (Японское море).

О физических механизмах взаимодействия частиц МП и морского льда публикаций в настоящее время не имеется.

Статья [Obbard et al., 2014] представила первые свидетельства наличия частиц МП в образцах морского льда из Чукотского моря и моря Бофорта: все четыре исследованные колонки (взятые на станциях, разделённых сотнями километров) содержали частицы МП в концентрации от 38 до 234 штук на кубометр льда, что на несколько порядков больше концентраций МП в водах Атлантики к северу от Шотландии (0.34 частицы на кубометр воды или в водах субтропического круговорота в северной части Тихого океана (0.12 частицы на кубометр воды [Obbard et al., 2014]. В этой же статье [Obbard et al., 2014] предположили, что частицы сложных форм и частицы легче воды должны бы лучше захватываться при замерзании льда, чем частицы песка и глины. Подобные же данные были получены в лаборатории Helmholtz Centre for Polar and Marine Research (Германия): в образцах льда из пролива Фрама (между Гренландией и Шпицбергенем) концентрации МП составили в среднем  $2 \times 10^6$  частиц на кубометр для пакового льда и  $6 \times 10^5$  частиц на кубометр припая. Подавляющее большинство частиц были сделаны из полиэтилена (плотность 0.87- 0.93 г см<sup>-3</sup>), причём если в образце пакового льда максимум загрязнения приходился на верхние 18 см (из 166 см длины керна), то в верхних 28 см (из 145 см) припая частиц МП не обнаружено вообще. В целом, эти данные можно рассматривать как индикатор повышенной (по сравнению с водной толщей) концентрации частиц МП, аналогично тому, как она повышена и в донных осадках. Количественные же оценки на базе этих данных пока ненадёжны, поскольку в сумме у двух авторов имелось только 6 кернов, причём методика обработки образцов и идентификации МП различались.

Лабораторный эксперимент. Из PS-foam склеили ёмкости (3 секции по 12 л: 20 x 20 x 30 см). В левой – рассол 35 psu (соль каменная пищевая), в правой – дистиллированная вода. Вода налита в плотные ПЭ мешки, склеенные утюгом по размеру/форме ёмкостей. Левый мешок потёк – опыты дальше только с дистиллированной водой. Добавлены 3 вида МП: два тонущих: жёлтый PS, пучки красных волокон полиэстера, и плавучая мелочь PS-foam.

Натурный эксперимент. В общей сложности за 21-27 февраля 2020 г. в Амурском заливе (Японское море) на трёх отдельных участках ледового поля отобрано 13 кернов, общая длина около 6 м. Работа с образцами льда выполнялась в лабораторных условиях. Керны фрагментировали на

слои толщиной ок. 5 см, помещали в стерильные зипп-пакеты, взвешивали (700-900 гр.) и растапливали при комнатной температуре. Далее порции воды пропускали через вакуумную фильтровальную установку. В результате получено 122 фильтра с осажённой взвесью.

Керны вырезались кольцевым буром (внутренний диаметр 18 см, внешний -22 см) на ровных (незоторошенных) участках ледового поля. Выбор участков и мест отбора кернов был выполнен предварительно 21 января 2020 г. В течение последующего периода (30-35 суток) осуществлялся контроль за состоянием ледового поля и подлёдного водного слоя. С 21 января по 27 февраля 10-12 раз измерялись толщина льда с помощью мерной линейки (точность 0.5 см) и параметры водного слоя (использовались СТД зонды), 2-4 раза отбирались керны льда для послойного (толщина ок. 5 см) определения интегральной солёности и растворённой органики.

Исследование проводится при поддержке РНФ №19-17-00041.

### Литература

1. Obbard R., Sadri S., Y.Q. Wong, A.A. Khitun, I. Baker, R.C. Thompson Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice Earth's Future, 2 (6) (2014), pp. 315-320. <https://doi.org/10.1002/2014EF000240>.

2. Bergmann, Melanie; Wirzberger, Vanessa; Krumpfen, Thomas; Lorenz, Claudia; Primpke, Sebastian; Tekman, Mine Banu (2017): Microplastics in Arctic deep-sea sediments from the HAUSGARTEN observatory. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.879739>.....

3. Cózar A., Echevarría F., González E. Gordillo, X. Irigoien, B. Úbeda, S. Hernández-León, Á.T. Palma, S. Navarro, J. García-de-Lomas, A. Ruiz, M.L. Fernández-de-Puelles Plastic debris in the open ocean Proc. Natl. Acad. Sci., 111 (28) (2014), pp. 10239-10244. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111>.

## Distribution of microplastic particles in the ice cores

**Lobchuk O.<sup>1</sup>, Lazaryuk A.<sup>1,2</sup>, Chubarenko I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,*  
*olga\_may87@mail.ru*

<sup>2</sup> – *V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia*

Abstract. This paper presents the results of: (a) laboratory tests (samples of fresh and salty (35 ppm) water containing different types of floating and sinking MP particles were frozen); (b) sampling of ice cores in the Amur Bay. A total of 13 cores were taken in February 21-27, 2020, with a total length of approximately 6 m. This required processing of 130 filters.

Key words: microplastic, ice, natural experiment, laboratory experiment

## Антропогенный мусор на побережье Калининградской области в 2019-2020 гг.: сигаретные фильтры.

Лобчук О.И.<sup>1</sup>, Есюкова Е.Е.<sup>1</sup>, Килесо А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – ИО РАН, Москва, Россия, *olga\_tay87@mail.ru*

<sup>2</sup> – БФУ им.Канта, Калининград, Россия

Аннотация. Экологическая проблема, которая пока очень поверхностно затрагивается в отечественной научной печати – это загрязнение пляжей морским антропогенным мусором. На пляжах Калининградской области сигаретные фильтры, остатки синтетических материалов, применяющихся в строительстве и берегоукреплении, оказались одним из основных видов такого мусора.

Ключевые слова: морской мусор, сигаретные фильтры (окурки), OSPAR, Калининградская область, Балтийское море.

Изделия из различных видов пластиков составляют около 80% от всего мусора на европейских пляжах [Addamo et al., 2017]. Сигаретные фильтры (окурки) являются одними из самых распространенных предметов мусора, найденных на Балтийском побережье [Kataržytė et al., 2020]. При изучении загрязнения макро- и мезо-мусором побережья Балтийского моря [Balčiūnas and Blažauskas, 2014; Schernewski et al., 2018; Есюкова и др., 2018; Лобчук, Килесо, 2019] отмечено, что сигаретные фильтры обычно неравномерно распределяются на пляже, они концентрируются на определенных участках и зонах пляжа. Места, где накапливаются окурки, могут зависеть от различных факторов: и антропогенных, и природных. Сигаретные окурки опасны, т.к. в них содержится никотин, который может инициировать токсическое отравление морских живых организмов [Mowtu et al., 2015], а также окурки содержат множество опасных химических веществ, таких как мышьяк, бензол, цианистый водород, пиридин и тяжелые металлы. Один окурочек может загрязнить до 1000 л воды [Torkashvand et al., 2020].

Для оценки антропогенного загрязнения на пляжах Балтийского моря макро- и мезо-мусором был выбран метод OSPAR [OSPAR, 2010]. Согласно этому методу пляжи должны:

- состоять из песка или гравия;
- подвергаться воздействию открытого моря в течение всего года;
- быть доступными для исследователей весь год;
- минимальная длина пляжа должна быть не менее 100 метров и, по возможности, более 1 км в длину.

Мониторинг рекомендуется проводить (как минимум) на двух 100-метровых участках на одном пляже четыре раза в год (в разные сезоны). Для 100-метрового участка установлен минимум нахождения 100 различных предметов мезо- и макро мусора, а для 1-км участка – минимум 20 предметов большого размера (более 50 см).

На пляжах Калининградской области было выделено семь пляжей, на которых проводился мониторинг по методу OSPAR. Четыре пляжа находились недалеко от городских пляжей и имели достаточно высокую рекреационную нагрузку (Балтийск, Янтарный, Пионерский, Зеленоградск), и три пляжа – в отдаленных местах (Балтийская коса, участок между пос. Бакалино и пос. Синявино, пос. Морское (Куршская коса)).

Исследование показало, что доминирующим видом антропогенного морского мусора на побережье Калининградской области является пластик – в общей сложности около 90% от всех собранных образцов. Сигаретные фильтры (21%), пенополистирол (19%) и фрагменты геосинтетических материалов, используемых в инженерных берегозащитных сооружениях, (15%) были самыми распространёнными образцами мусора, найденными на пляжах области. Количество образцов, собранных на пляже протяжённостью 100 м, варьировалось от 165 шт (0.06 шт./м<sup>2</sup>) в Балтийске до 2318шт (1.48шт./м<sup>2</sup>) в Янтарном.

Исследования проводятся при поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области, грант № 19-45-393006 p\_мол\_а. Обработка проб в лаборатории частично выполнялась в рамках госзадания ИО РАН (тема №0149-2019-0013).

### Литература

1. Addamo, A.M., Laroche, P., Hanke, G., 2017. Top Marine Beach Litter Items in Europe. <https://doi.org/10.2760/496717>.
2. Kataržytė M., Balčiūnas A., Haseler M., Sabaliauskaite V., Laura Lauciūtė, KseniiaStepanova, Cristina Nazzari, Gerald Schernewskia, 2020. Cigarette butts on Baltic Sea beaches: Monitoring, pollution and mitigation measures. *Mar. Pollut. Bull.* 156. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111248>
3. Balčiūnas, A., Blažauskas, N., 2014. Scale, origin and spatial distribution of marine litter pollution in the Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea. *BALTICA* 27, 39–44. <https://doi.org/10.5200/baltica.2014.27.14>.
4. Schernewski, G., Balciunas, A., Grawe, D., Grawe, U., Klesse, K., Schulz, M., Wesnigk, S., Fleet, D., Haseler, M., Mollman, N., Werner, S., 2018. Beach macro-litter monitoring on southern Baltic beaches: results, experiences and recommendations. *J. Mar. Coast. Conserv.* 2, 5–25. <https://doi.org/10.1007/s11852-016-0489-x>.
5. Есюкова Е.Е., Чубаренко Б.В., Бурнашов Е.М. Геосинтетические материалы как источник загрязнения пластиковым мусором морской среды // Региональная экология. 2018. №3 (53). С. 15-28. DOI: 10.30694/1026-5600-2018-3-15-28.
6. Лобчук О.И., Килесо А.В. Оценка загрязнения пляжей юго-восточной Балтики пластиковым мусором (Метод OSPAR) // В сборнике: Проблемы регионального развития в начале XXI века. Материалы международной научной конференции. Под редакцией Г.М. Федорова, Л.А. Жиндарева, А.Г. Дружинина, Т. Пальмовского. 2019, с. 253-259.
7. Mowry, J.B., Spyker, D.A., Brooks, D.E., Mcmillan, N., Jay, L., 2015. 32nd Annual Report of the American Association of Poison Control Centers -National Poison Data System (NPDS): 32nd Annual 3650. <https://doi.org/10.3109/15563650.2015.1102927>.
8. Torkashvand, J., Farzadkia, M., Sobhi, H.R., Esrafil, A., 2020. Littered cigarette butt as a well-known hazardous waste: a comprehensive systematic review. *J. Hazard. Mater.* <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121242>.
9. OSPAR, 2010. Guideline for Monitoring Marine litter on the Beaches in OSPAR Maritime area. Source: [http://www.ospar.org/documents/dbase/decrecs/agreements/10-02e\\_beachlitter%20guideline\\_english%20only.pdf](http://www.ospar.org/documents/dbase/decrecs/agreements/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf).

### Anthropogenic marine litter of the Kaliningrad region in 2019-2020: cigarettebutts.

**Lobchuk O.<sup>1</sup>, Esiukova E<sup>1</sup>.KilesoA.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>– *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.,olga\_may87@mail.ru*

<sup>2</sup>– *Department of Geography of the Ocean of the Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.*

Abstract. Marine litter contamination of the beaches is an environmental issue that is neglected in russian scientific articles. Cigarette filters and the debris of geosynthetic materials used in construction and coastal protection are the main types of litter on the beaches of the Kaliningrad Oblast.

Keywords: marine litter, cigarette butts, OSPAR, Kaliningrad region, Baltic Sea.

## Моделирование качества воды в прибрежной зоне моря

**Макаров К.Н.**

*Сочинский государственный университет, г. Сочи, Россия, ktk99@mail.ru*

Аннотация. Разработана автоматизированная система для моделирования качества воды в прибрежной зоне моря в зависимости от гидрометеорологической ситуации, а также характеристик водовыпускных систем, ливневого стока, инженерных мероприятий на берегах.

Ключевые слова: прибрежная зона, течения, волны, водотоки, водовыпуски, искусственные пляжи, аварийные разливы нефтепродуктов

Задача математического моделирования распространения загрязнений в прибрежной зоне любого водоема раскладывается на три составляющие:

- формирование цифровой модели местности (ЦММ) для исследуемого участка побережья. ЦММ должна включать данные о рельефе и литологических характеристиках подводного и надводного берегового склона, типы и параметры существующих гидротехнических и иных инженерных сооружений в прибрежной зоне, характеристики источников загрязнений;
- математическое моделирование гидродинамики прибрежной зоны (волны, течения, колебания уровня моря) при различных гидрометеорологических ситуациях (пространственное распределение поля ветра над водоемом);
- математическое моделирование распространения загрязнений в прибрежной зоне в зависимости от мощности источников и типа гидрометеорологической ситуации.

Три указанных блока объединены в единую комплексную автоматизированную систему прогноза качества воды в прибрежной зоне (АСКВ).

В качестве основных источников загрязнения прибрежной зоны рассматриваются следующие:

- постоянные и временные водотоки, впадающие в море в точке с координатами  $X$ ,  $Y$  и транспортирующие при заданном расходе  $Q$ , скорости  $V$  и площади живого сечения  $W$  некую примесь с концентрацией  $C$ ;
- выпуски сточных вод с очистных сооружений, которые в точке с координатами  $X$ ,  $Y$ ,  $H$  (где  $H$  – глубина расположения оголовка) сбрасывают в море расход воды  $Q$  с концентрацией загрязнения  $C$ ;
- временное минералогическое загрязнение воды в прибрежной зоне при отсыпке искусственных пляжей длиной  $L$ , шириной  $B$ , объемом  $W$  со средним содержанием мелкодисперсных фракций в отсыпаемом материале  $P$ ;
- распространение полей мутности морской воды при разработке подводных карьеров или траншей (подходных каналов к портам) площадью  $S$ , с объемом выемки  $W$  и содержанием в грунте взвешиваемых фракций  $p$ , %;
- аварийные разливы нефтепродуктов объемом  $W$  в точках с координатами  $X$ ,  $Y$ .

АСКВ состоит из трех основных частей: автоматизированного банка данных (АБД), прогностической системы и интеллектуального интерфейса, работа которых происходит на основе соответствующих систем обеспечения.

В настоящей версии АБД АСКВ содержит следующие наборы данных: рельеф, литология, гидрометеорология, гидротехнические сооружения, включая искусственные пляжи и дноуглубительные прорезы, постоянные водотоки, координаты и объем разлива нефтепродукта.

Пример моделирования распространения примеси от впадающих в море водотоков в центральной части г. Сочи приведен на рис. 1.

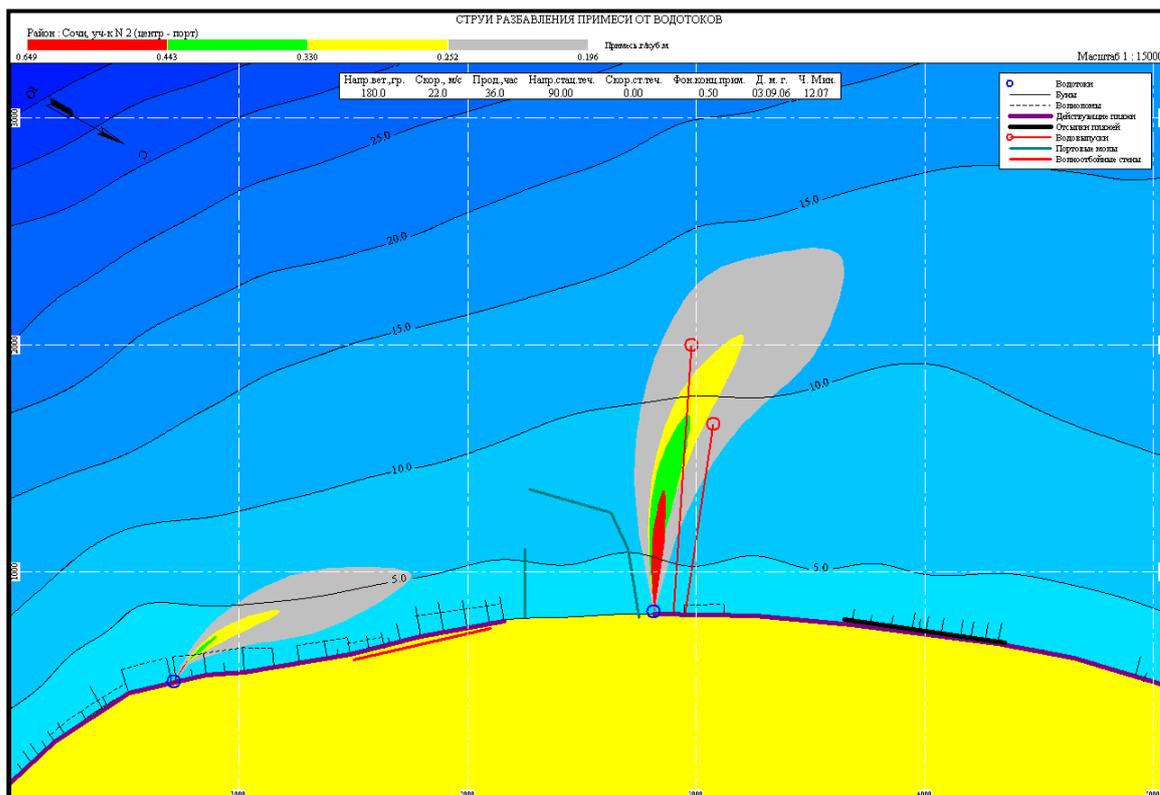


Рисунок 1 – Пример моделирования распространения примеси от выпадающих водотоков в центральной части г. Сочи при ветре от юга со скоростью 22 м/с

Калибровка математических моделей системы выполнена по данным натурных наблюдений Гидрометеорологической и Санитарно-эпидемиологической служб г. Сочи.

### Modeling of water quality in the coastal zone of the sea

**Makarov K. N.**

*Sochi state University, Sochi, Russia, ktk99@mail.ru*

Abstract. An automated system has been developed for modeling of water quality in the coastal zone of the sea depending on the hydrometeorological situation, as well as the characteristics of water discharge systems, storm runoff, and engineering measures on the shores.

Key words: coastal zone, currents, waves, drains, outlet structures, artificial beaches, accidental spills of petroleum products

## Оценка влияния выбросов на сток биогенов по реке Великая

Макарова М.А., Шелутко В.А.

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, makarova608@gmail.com<sup>1</sup>*

Аннотация. Научная работа посвящена вопросам оценки максимальных значений концентраций в стоке биогенных веществ по реке Великая за период 1969–2009 гг. Также приводятся результаты оценки вклада выбросов в речной сток биогенов.

Ключевые слова: выборка, оценка экспериментальных данных, выбросы, математическая статистика.

Все природные экосистемы являются саморегулирующимися. Однако в последнее время резко усилилось антропогенное воздействие на природную систему в целом, что довольно часто приводит к общему нарушению процесса саморегулирования ее составляющих и, как следствие, к их разрушению [1].

Для оценки качества вод используются различные методы, позволяющие выявить закономерности процессов антропогенной деградации водных объектов. Данные методы основаны на анализе исходной информации, и, несомненно, важную роль играют методы ее статистической обработки [2]. При этом особое внимание необходимо уделять возможным отклонениям значений показателей экологического состояния природной среды от некоторой осреднённой величины [3].

Таким образом, целью работы является проведение статистической оценки исходных данных на наличие выбросов и оценки влияния значений концентраций, не характерных для выборок, на речной сток биогенов.

Река Великая, относящаяся к системе водных объектов Балтийского бассейнового округа, была выбрана в качестве объекта исследования, поскольку она обладает хорошей гидрологической изученностью и многолетними рядами данных.

В качестве материалов исследований использованы многолетние данные наблюдений за концентрациями следующих элементов гидрохимического режима: азот нитратный ( $\text{NO}_3^-$ ), азот аммонийный ( $\text{NH}_4^+$ ), общее железо ( $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ), а также показатель биологического потребления кислорода за 5 суток ( $\text{БПК}_5$ ). Данные получены с трех стационарных пунктов наблюдений, располагающихся в г. Опочка, г. Остров и г. Псков и предоставлены Северо-Западным Управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (СЗУГМС).

Оценка числовых характеристик исходных рядов наблюдений позволила выявить некоторые особенности их распределения. В частности, превышений ПДК в рядах концентраций азота аммонийного и азота нитратного не выявлено. Однако отмечено увеличение значений их концентраций по длине реки пропорционально возрастанию биогенной нагрузки на водоток и избыточному поступлению сельскохозяйственных и промышленных стоков. В рядах наблюдений за концентрациями общего железа и показателя  $\text{БПК}_5$  отмечены несущественные превышения ПДК, что характерно для всех водных объектов Псковской области.

В отношении параметров распределения было отмечено, что в пределах одного пункта наблюдений среднее по выборке ( $m_x$ ) и коэффициент асимметрии ( $C_s$ ) изменяются несоразмерно: при незначительных изменениях среднего было выявлено существенное изменение коэффициента  $C_s$ . Это может косвенно свидетельствовать о наличии в рядах значений, смещающих центр распределения выборки и увеличивающих ее асимметричность, или так называемых «выбросов».

Для исходных рядов также были определены оптимальные законы распределения. Проверка согласованности по критерию Крамера-Мизеса-Смирнова  $\rho^2$  показала, что оптимальными являются законы распределения Пирсона III типа (для 88% рассмотренных рядов) и Крицкого-Менкеля (для 12% рассмотренных рядов).

Визуальными и расчетными методами было определено, что в исходных рядах содержится 14 аномальных значений концентраций, которые отличны от основного массива данных по своему генезису. Следовательно, они должны быть исключены из дальнейшего анализа.

Анализ самих выбросов показал, что их включение в оценку динамики биогенов в речном стоке существенно изменяет параметры распределения, в результате чего происходит искусственное завышение стока биогенов, что не соответствует реальному экологическому состоянию водотока. Рисунок 1 показывает влияние наличия выбросов на значения рассмотренных концентраций биогенов. Цифрами отмечен прирост значений концентраций по сравнению с отсутствием в ряду выброса.

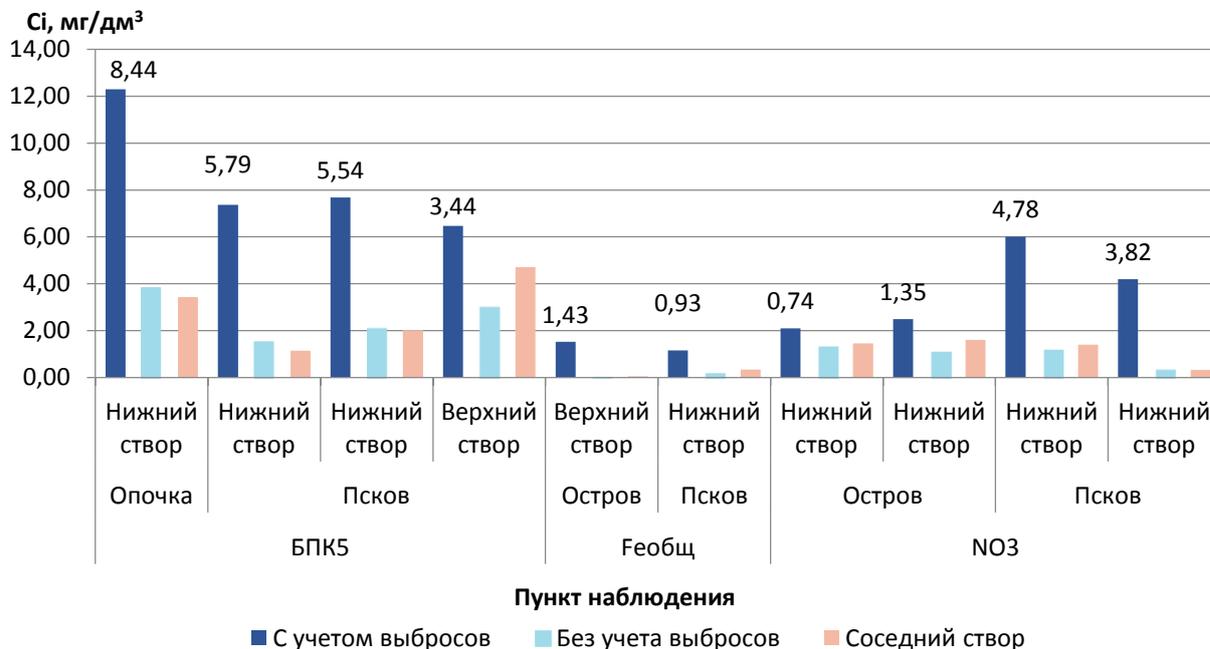


Рисунок 1 – Влияние выбросов на значения концентраций биогенов в стоке р. Великой.

Как показано на рисунке 1, во всех случаях при исключении выбросов происходит существенное уменьшение концентраций рассмотренных биогенов. При этом они приближаются к значениям концентраций в соседнем створе, и становится возможным дать предварительную оценку вклада урбанизированных территорий в биогенную нагрузку на водоток.

#### Литература

1. Барышников Н. Б., Самусева Е. А. Антропогенное воздействие на саморегулирующуюся систему бассейн - речной поток - русло. - СПб: Изд. РГГМУ, 1999. - 220 с.
2. Макарова М.А., Шелутко В.А. Методика оценки максимальных значений концентраций биогенных веществ в речном стоке (на примере реки великая) // Труды III Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2019. – 1023 с
3. Шелутко В.А. Оценка экстремальных уровней загрязнения речной сети урбанизированных территорий. Вопросы прикладной экологии. Сборник научных трудов. - СПб: изд. РГГМУ, 2002. с. 15-23.

## **Outliers impact assessment on the nutrients runoff in the Velikaya River**

**Makarova M.A., Shelutko V.A.**

*Russian state hydrometeorological university, Saint-Petersburg, Russia,  
makarova608@gmail.com*

Abstract. The study is devoted to the analysis of the largest concentrations in the runoff in the Velikaya River for the period 1969–2009. The outliers influence assessment results to the river nutrients runoff are also presented.

Key words: sample, assessment of experimental data, outliers, mathematical statistics.

## Оценка трофического статуса реки Охты

Маскаева И.А., Алексеев Д.К.

ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия, *kafedra\_pe@rshu.ru*

Аннотация. Работа выполнена на основе данных Учебного бюро экологического мониторинга РГГМУ за 2006-2019 год. Представлены результаты оценки трофического статуса реки Охты о водохранилища на основе численного показателя ITS (Index of Trophic Status). Рассматривается межгодовая динамика различных гидрохимических показателей.

Ключевые слова: загрязнение, качество вод, качество городской среды, эвтрофикация

Рациональное использование и охрана водных ресурсов от загрязнения и истощения были и остаются одной из важнейших экологических задач [1]. Одной из широко известных проблем является антропогенная эвтрофикация. Практически, это неизбежный и непрерывный процесс, который влияет на водные экосистемы. Основной причиной антропогенной эвтрофикации является чрезмерное поступления биогенных веществ в водоем, в основном азота и фосфора [2]. В данном исследовании определен трофический статус реки Охта и оценено качество вод по некоторым показателям, динамика изменения этих показателей за десять лет (с 2009 по 2019 год) с шагом в пять лет. Предыдущие исследования трофического статуса данного водотока выполнялись с использованием макрофитных индексов трофии [3, 4].

Результаты исследования показывают, что воды реки Охта характеризуются как эвтрофные, при этом во всех случаях полученные значения ITS-индекса, предложенного Е. Неверовой-Дзиопак [5], значительно превышают предел, характеризующий переход к эвтрофному состоянию. Однако повышение значения индекса в 2019 году относительно предыдущих исследуемых лет указывает на повышение трофического статуса реки Охты (в 2019 году  $ITS = 17,2$ , тогда как в 2009 г.  $ITS = 14,1$ , в 2014г.  $ITS = 13,3$ ). ITS-индекс позволяет получить экспресс-оценку, более детальный анализ предполагает использование биохимических и гидробиологических параметров [6].

Полученные значения содержания растворенного кислорода в подавляющем большинстве случаев не соответствуют ПДК, установленной для водоемов рыбохозяйственного назначения. Выявлена тенденция к понижению содержания растворенного кислорода при движении от Охтинской плотины к устью реки, что, возможно, связано с аккумуляцией загрязняющих веществ по течению. Также наблюдается снижение его содержания в 2019 году относительно предыдущих лет в большинстве проб. Всё это свидетельствует об изменении естественных биологических процессов в реке, загрязнении биохимически интенсивно окисляющимися веществами, главным образом органическими соединениями, высоким расходом кислорода на дыхание гидробионтов. Также снижение количества растворенного кислорода в 2019 году может быть связано с тем фактом, что в исследуемый период выпало наименьшее количество осадков по сравнению с остальными рассматриваемыми годами.

По значению водородного показателя воды реки Охта в 2009 и 2014 годах относились к группе нейтральных ( $6,89 \leq pH \leq 7,20$  – 2009 год;  $6,96 \leq pH \leq 7,11$  – 2014 год), но уже в 2019 году перешли в группу слабощелочных ( $7,25 \leq pH \leq 7,80$  – 2019 год).

Биохимическое потребление кислорода, характеризующее наличие в воде легкоокисляющихся органических веществ, во всех пробах превышало установленную ПДК. При этом прослеживается четкая тенденция к сокращению значения этого показателя со временем. Перманганатная окисляемость – ненормируемый показатель для водных объектов рыбохозяйственного назначения, характеризующий количество органических веществ, подверженных окислению при данных условиях. В 2014 и 2019 годах на всех станциях было зафиксировано превышение ПДК, установленное для питьевой воды. При этом в 2019 году на большинстве станций наблюдения были зафиксированы значения перманганатной окисляемости

ниже установленной ПДК.

Наибольшее количество случаев и наибольшая кратность превышения ПДК по содержанию нитритов зафиксирована в 2014 году (максимальное превышение составляет 1,7 ПДК, превышение зафиксировано на 10 станциях наблюдения из 14). В 2019 году зафиксирована минимальная концентрация нитритов (0,2 ПДК), при этом ПДК не превышает на всех станциях наблюдения.

Во все годы наблюдения концентрация фосфатов не превышала ПДК для мезотрофных водных объектов, при чем в 2014 и в 2019 большинство результатов лежит в пределах ПДК для олиготрофных водных объектов. В целом прослеживается тренд к увеличению концентрации фосфатов при движении к устью реки.

### Литература

1. D.K. Alexeev, V.A. Shelutko, N.V. Zueva, E.V. Kolesnikova, E.S. Urusova, E.A. Primak. Research results in the field of applied and systems ecology at the RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya*. Russian Journal of Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University). 2020. 60.

2. Примаков Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. СПб: изд-во РГГМУ, 2020. 114 с.

3. Зуева Н.В., Мостовая М.А., Лешукова А.И. Характеристики макрофитов в оценке качества воды малых рек Санкт-Петербурга // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II. Сборник материалов международной конференции. 2011. С. 137–142.

4. Зуева Н.В., Бобров А.А. Использование макрофитов в оценке экологического состояния малой реки (на примере реки Охты, Санкт-Петербург) // Биология внутренних вод. 2018. № 1. С. 45–54.

5. Neverova-Dziopak E. *Ekologiczne aspekty ochrony wod powierzchniowych*. Rzeszow. 2007. 103 p.

6. Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю., Примаков Е.А., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Степанова А.Б. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах. СПб: изд-во РГГМУ. 2019. 140 с.

### Trophic status assessment of the Okhta river

I.A. Maskaeva, D.K. Alexeev<sup>1</sup>

1 - Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia,  
kafedra\_pe@rshu.ru

Abstract. The work was done on the basis of data from the Educational Bureau of Environmental Monitoring of RSHU for 2009-2019. The paper presents the results of assessing the trophic status of the Okhta River using the numerical indicator ITS (Index of Trophic Status). The interannual dynamics of various hydrochemical parameters is considered.

Key words: pollution, water quality, urban environment quality, eutrophication

## Применение ГИС-технологий в подготовке комплексной политики озеленения городов России

**Меньшов К.В.<sup>1</sup>, Федорченко Л.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> – МГИМО МИД России, Москва, РФ,

<sup>1</sup> - *menshov.k.v@my.mgimo.ru*

<sup>2</sup> - *fedorchenko.l.yu@my.mgimo.ru*

Аннотация. Применение ГИС-анализа для изучения территории города с целью выявления участков с дефицитом растительности. Исследования представлены на примере города Москвы и направлены на расширенное использование ГИС при подготовке генплана городов России.

Ключевые слова: городское планирование, ГИС, озеленение, зеленые зоны, урбанизированные территории.

Принятые в 2015 году Цели устойчивого развития отражают различные сферы жизнедеятельности человека, которые требуют особого внимания общества. Одной из этих целей (ЦУР 11) является обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населённых пунктов, что осуществимо при современных стандартах планирования городов и наличия передовых технологий, используемых в строительстве. В задачах ЦУР 11 закреплено «к 2030 году обеспечить всеобщий доступ к безопасным, доступным и открытым для всех зеленым зонам и общественным местам, особенно для женщин и детей, пожилых людей и инвалидов», что подчёркивает необходимость развития зелёных зон в городах.

Основной причиной повышенных температур в городе являются антропогенные преобразования земной поверхности. Они проявляются в плотной застройке городской среды; покрытии естественной поверхности материалами, активно поглощающими тепловое излучение, и сокращении площадей, занятых зелёными насаждениями, что ведёт к изменениям в термических свойствах земной поверхности и понижает суммарное испарение (испарение + транспирация), что особенно характерно для исторических и деловых центров, отличающихся высокой концентрацией зданий. Подобные тенденции в микроклимате городов могут негативно сказаться в целом на глобальную климатическую систему, которая находится под постоянным воздействием деятельности человека.

Как следует из доклада С40 (Группа городов-лидеров по проблеме изменения климата), города могут быть оснащены градостроительными инструментами и использовать их преимущества для борьбы с изменением климата. Проекты, направленные на смягчение последствий изменения климата, обычно сосредоточены на трёх критических аспектах городской жизни, каждый из которых является основным источником выбросов парниковых газов: здания, транспорт и энергетические сети. Работая с инженерами, экспертами по окружающей среде и другими, руководители городов поставили перед собой амбициозные задачи по озеленению своих городов, стремясь сократить выбросы парниковых газов, преобразовать производство электроэнергии в возобновляемые источники, электрифицировать транспортные парки и принять другие меры. В качестве инструментов борьбы с «тепловыми островами» используются вертикальное и горизонтальное озеленение.

В качестве объекта исследования был выбран город Москва. Для сбора статистической информации использовались результаты собственных подсчётов авторов при работе со таблицами атрибутов слоёв в программе QGIS. Необходимо отметить, что работа направлена на понимание того, как распределены зелёные зоны в пределах территории города и его исторического центра (Центральный административный округ – ЦАО). На основе полученных статистических данных из разных источников автором были составлены тематические карты.

**Таблица 1. Обеспеченность зелёными зонами в пределах города Москвы**

| Название административного округа | Площадь АО (в км <sup>2</sup> ) | Площадь зелёных зон в пределах АО (в км <sup>2</sup> ) | Обеспеченность зелёными зонами (в %) |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|
| Троицкий АО (ТАО)                 | 1083.07                         | 610,9  | 56,4                                 |
| Новомосковский АО (НАО)           | 358.08                          | 140,78   | 39,32                                |
| Зеленоградский АО (ЗелАО)         | 36.85                           | 12,77  | 34,65                                |
| Юго-западный АО (ЮЗАО)            | 110.90                          | 41,32  | 37,26                                |
| Юго-восточный АО (ЮВАО)           | 122.31                          | 25,42  | 20,78                                |
| Центральный АО (ЦАО)              | 65.89                           | 4,92   | 7,47                                 |
| Северный АО (САО)                 | 101.83                          | 15,42  | 15,14                                |
| Северо-западный АО (СЗАО)         | 92.83                           | 32,68  | 35,2                                 |
| Северо-восточный АО (СВАО)        | 101.21                          | 36,88  | 36,44                                |
| Южный АО (ЮАО)                    | 130.85                          | 40,17  | 30,7                                 |
| Восточный АО (ВАО)                | 154.23                          | 74,54  | 48,33                                |
| Западный АО (ЗАО)                 | 192.89                          | 51,82  | 26,87                                |

**Таблица 2. Статистические показатели по районам ЦАО города Москвы**

| Название района | Площадь района (в км <sup>2</sup> ) | Площадь зелёных зон (в км <sup>2</sup> ) | Площадь зданий в районе (в м <sup>2</sup> ) | Население района (чел.) | Антропогенная нагрузка (чел./га) | Плотность застройки (м <sup>2</sup> /га) |
|-----------------|-------------------------------------|--|---|-------------------------|----------------------------------|--|
| Пресненский     | 11,59                               | 0,98                                     | 2414900,17                                  | 116887                  | 1193                             | 2083,607                                 |
| Хамовники       | 10,03                               | 0,61                                     | 2027366,41                                  | 72011                   | 1181                             | 2021,303                                 |
| Арбат           | 2,07                                | 0,04                                     | 696638,91                                   | 18031                   | 4508                             | 3365,405                                 |
| Тверской        | 7,27                                | 0,77                                     | 2348489                                     | 61751                   | 802                              | 3230,384                                 |
| Якиманка        | 4,78                                | 1,9                                      | 905425,64                                   | 18048                   | 95                               | 1894,196                                 |
| Мещанский       | 4,5                                 | 0,48                                     | 1116612,86                                  | 58268                   | 1214                             | 2481,362                                 |
| Замоскворечье   | 4,26                                | 0,02                                     | 1173817,31                                  | 41919                   | 20960                            | 2755,44                                  |
| Басманный       | 8,36                                | 0,2                                      | 2439191,31                                  | 91719                   | 4586                             | 2917,693                                 |
| Красносельский  | 4,97                                | 0,05                                     | 1291341,22                                  | 35881                   | 7176                             | 2598,272                                 |
| Таганский       | 8,05                                | 0,38                                     | 1588463,31                                  | 119599                  | 3147                             | 1973,246                                 |

Основным итогом работы можно назвать сложившееся представление о распределении зелёных насаждений в пределах города Москвы, что позволяет качественно планировать градостроительную политику в области развития зелёных зон, включая парки, скверы, бульвары, изгороди, кустарники луга и др. формы насаждений. Особенно важно подчеркнуть, что были определены ключевые участки, где необходимы срочные изменения для улучшения микроклимата и «охлаждения» кварталов городов – в случае Москвы речь идёт о ЦАО и, в частности, районах Замоскворечье и Красносельский с минимальным уровнем зелёных зон. К сожалению, детальной информации по уличным насаждениям в Москве получить, поскольку она находится в ограниченном доступе – все данные предоставляются по официальному запросу в Реестр зелёных насаждений при Департаменте природопользования города Москвы (URL: <https://aisrzn.ru>).

Подобный ГИС-анализ может стать основой исследовательской работы, направленной на изучение возможных вариантов смягчения негативных последствий изменения климата в городах, поскольку Москва и является примером городов-мегаполисов, имеющих классические проблемы, связанные с дефицитом зелёных насаждений и зон, но в то же время, имеющие потенциал для переосмысления и устойчивого городского планирования.

#### Литература

1. Официальный сайт Группы С40 (Группа городов-лидеров по проблеме изменения климата — The C40 Cities Climate Leadership Group) [Электронный ресурс]. URL: <http://c40.org>  
 Дата обращения: 05.09.2020.

2. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года (A/RES/70/1) [Электронный ресурс]. URL: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R)  
 Дата обращения: 04.09.2020.

3. Авраменко А.А., Метлицкая Н.И. Сравнительный анализ подходов к озеленению городов за рубежом (на примере Пекина, Сеула и Оттавы) // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №4 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/14EVN417.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**Application of GIS technology in the preparation of Russian cities comprehensive landscaping policy**

**K.V. Menshov<sup>1</sup>, L. Yu. Fedorchenko<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> - MGIMO-University, Moscow, Russia,

<sup>1</sup> *menshov.k.v@my.mgimo.ru*, <sup>2</sup> *fedorchenko.l.yu@my.mgimo.ru*

Abstract. Application of GIS analysis to study the territory of the city in order to identify areas with a deficit of vegetation. The studies are presented on the example of the city of Moscow and are aimed at the expanded use of GIS in the preparation of the general plan of Russian cities.

Key words: urban planning, GIS, landscaping, green areas, urban areas.

## Роль зеленых насаждений в снижении уровня риска для здоровья населения

Низамутдинов Т.И.<sup>1,2</sup>, Колесникова Е.В.<sup>2</sup>, Алексеев Д.К.<sup>2</sup>

*1 – Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург, Россия, timur\_nizam@mail.ru*

*2 – Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. В работе рассматривается проблема оценки влияния зеленых насаждений на уровень канцерогенного риска для здоровья населения от ингаляционного воздействия бенз(а)пирена. Исследования проведены для крупных промышленных городов Уфа и Архангельск.

Ключевые слова: промышленные города, канцерогенные вещества, бенз(а)пирена, риск для здоровья населения, зеленые насаждения.

Проблема снижения воздействия выбросов загрязняющих веществ на здоровье населения крупных промышленных городов на данный момент не решена, а её актуальность не вызывает сомнений [1]. Известно, что зеленые насаждения могут стать эффективным инструментом по борьбе с загрязнением атмосферного воздуха. Исследования в данной области сопряжены с поиском и обработкой больших массивов данных, их временным и пространственным анализом. Ещё более неоднозначная задача – это оценка риска для здоровья населения и его динамика в зависимости от количественного и качественного состава зелёных насаждений.

Работа выполнена на базе наблюдений ФГБУ «Башкирское УГМС» для города Уфа по 6 стационарным постам с ежедневным измерением концентраций (7, 13 и 19 часов) бенз(а)пирена в атмосферном воздухе [2]. Для подтверждения полученных результатов часть расчетов была проведена по другому крупному промышленному городу – Архангельску.

Для оценки динамики загрязнения воздуха и влияния примеси на здоровье были рассчитаны значения индивидуального канцерогенного риска (ICR). ICR – представляет из себя оценку вероятности развития канцерогенных эффектов у экспонируемого индивидуума (РД 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду).

Методика расчета ICR согласно руководству ВОЗ по оценке риска здоровью населения основывается на связи данных о величине экспозиции (дозы) LADD и значении канцерогенного потенциала (единичного риска) SF (Slope Factor). За стандартные параметры индивидуума для расчета LADD применялись осредненные параметры для взрослого человека, приведенные в руководстве Environmental health risk assessment: guidelines for assessing human health risks from environmental hazards.

По итогам проделанной работы установлено, что загрязнение атмосферного воздуха города Уфа бенз(а)пиреном за период с 2012–2016 гг. было незначительным. Рассчитанные значения индивидуального канцерогенного риска здоровью для населения пренебрежимо малы. При сохранении текущего уровня загрязнения риск перейдет во второй диапазон уже через 9 лет постоянного проживания на территории города Уфа.

В среднем за 5 лет минимальное значение индивидуального канцерогенного риска (ICR) для здоровья населения по бенз(а)пирену наблюдалось в июле, в районе ПНЗ №2 (промышленный район города) и составило  $6,11 \times 10^{-9}$ . Максимальное значение, в среднем за 5 лет, наблюдалось в январе в районе ПНЗ №17 (жилой район города) и было равно  $5,43 \times 10^{-8}$ . Было выдвинуто предположение о влиянии зеленых насаждений на уровень риска для здоровья.

Для города Архангельск за 2010 год минимальные значения ICR равные  $8 \times 10^{-9}$  наблюдается в районе города с большим количеством зеленых насаждений - в центре города. Вблизи плотной жилой застройкой и высоким уровнем автомобильного трафика значение ICR существенно выше, вблизи Архангельской ТЭЦ наблюдается максимальное значений ICR равное  $4 \times 10^{-8}$ .

Для подтверждения вывода о сезонности влияния зелёных насаждений в работе проведён картографический анализ распределения индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности, предложенный К. Такером в 1979 году. Величина индекса NDVI может колебаться от – 1,0 до 1,0 [3, 4].

Оценка качества растительного покрова г. Уфы по индексу NDVI показала, что распределение зеленых насаждений по городу неоднородно, максимальные значения NDVI во время вегетационного периода наблюдаются в промышленном районе города, среднее значение NDVI равно 0,6, что характерно для высокой степени развития растительности. В жилом районе города Уфа среднее значение NDVI во время вегетационного периода равно 0,47, средняя степень развития растительности.

На территории города Архангельск характерна низкая степень развития растительности при среднем значении NDVI для города равном 0,34. Зеленые насаждения распределены неравномерно, в центре города и промышленной зоне наблюдается большая фрагментированность.

Статистическая обработка полученных данных показала, что значения линейного коэффициента корреляции ( $r$ ), рассчитанные между временными рядами NDVI и ICR (таблица 1), в большинстве случаев отрицательны (в среднем  $r = -0,5$ ). По результатам расчетов можно говорить об обратной зависимости между NDVI и ICR, из чего можно сделать вывод о том, что на величину риска для здоровья оказывает влияние количество и качество зеленых насаждений. Жирным выделены значимые коэффициенты корреляции.

Таблица 1 – Значения коэффициента корреляции ( $r$ ) между ICR и NDVI

| Год  | Пост 5       | Пост 17      | Пост 23      | Пост 14      | Пост 18      |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2012 | <b>-0,75</b> | <b>-0,60</b> | <b>-0,73</b> | <b>-0,67</b> | <b>-0,61</b> |
| 2013 | <b>-0,58</b> | <b>-0,59</b> | <b>-0,56</b> | <b>-0,50</b> | <b>-0,61</b> |
| 2014 | <b>-0,56</b> | <b>-0,53</b> | <b>-0,22</b> | <b>-0,63</b> | <b>-0,55</b> |
| 2015 | <b>-0,61</b> | <b>-0,58</b> | <b>-0,46</b> | <b>-0,62</b> | <b>-0,92</b> |
| 2016 | -0,42        | 0,15         | 0,11         | <b>-0,60</b> | 0,26         |

В исследовании доказано влияние зеленых насаждений на уровень риска для здоровья населения крупных промышленных городов.

### Литература

1. Alexeev D.K., Shelutko V.A., Zueva N.V., Kolesnikova E.V., Urusova E.S., Primak E.A. Research results in the field of applied and systems ecology at the RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya*. Russian Journal of Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University). 2020. 60.
2. Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Уфа бенз(а)пиреном за 2012—2016 гг. // Метеорологический вестник. 2018. Т. 10, № 2. С. 17—27.
3. Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. Спутниковое картографирование растительного покрова России. - М.: ИКИ РАН, 2016. - 208 с.
4. Tucker C. (1979) Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation //Remote Sensing of Environment. 1979. Vol. 8. Iss. 2. pp. 127–150.

## **Green spaces as a factor in reducing level of the risk to public health**

**T.I. Nizamutdinov<sup>1,2</sup>, E.V. Kolesnikova<sup>2</sup>, D.K. Alexeev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, timur\_nizam@mail.ru*

<sup>2</sup> - *Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

**Abstract.** The article discusses the problem of assessing the impact of green spaces on the level of carcinogenic risk to public health from inhalation exposure to benzo(a)pyrene. The studies were carried out for the large industrial cities of Ufa and Arkhangelsk.

**Keywords:** industrial cities, carcinogenic substances, benzo (a) pyrene, public health risk, green spaces.

## Интегральная оценка устойчивости трансформированных водоемов к изменению параметров режимов

Одинокова К.Д., Примак Е.А.

ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г.  
Санкт-Петербург, Россия, kso98@mail.ru

Аннотация. Рассматривается интегральная оценка устойчивости трансформированных водоемов к изменению параметров естественного и антропогенного режимов на основе метода сводных показателей.

Ключевые слова: устойчивость, антропогенно-трансформированные водоемы, интегральная оценка, метод сводных показателей

Актуальность. Оценка устойчивости экосистемы к изменению параметров режимов крайне важна для предотвращения и снижения негативных последствий воздействия антропогенных факторов на водные объекты. Определение устойчивости весьма неоднозначно, поэтому существует множество подходов к описанию данного понятия и исследованию этого свойства экосистемы. Но все еще нет единого, четко сформулированного метода интегральной оценки состояния и устойчивости экосистем к воздействию.

В данной работе под устойчивостью водного объекта к изменению параметров режимов понимается его способность сохранять свои свойства и параметры режимов в условиях действующих на него внешних и внутренних нагрузок [1].

Целью исследования является интегральная оценка устойчивости антропогенно-трансформированных водоемов к изменению параметров режимов.

Материалы и методы исследования. Развитие оценочных исследований простых (аддитивных) и сложных (неаддитивных, эмерджентных) свойств водных экосистем в наши дни сопровождается использованием методов интегрального оценивания состава и свойств природных (водных) объектов. Покомпонентный анализ сложных систем и их свойств уже не может служить общеметодологической основой исследования сложных природных и общественных систем. Это обуславливает переход к методам многокритериального и интегрального оценивания [2].

Одним из методов оценки устойчивости водных объектов является интегральная многокритериальная оценка. Многокритериальная оценка – оценка состояния и воздействия на природные экосистемы с помощью построения сводных показателей по совокупности репрезентативных критериев оценивания. Построение интегрального показателя основывается на методе сводных показателей (МСП) или метода рандомизированных сводных показателей с использованием неполной, неточной и нечисловой информации. При этом реализация этапов проводится либо для нескольких уровней свертки информации, либо все параметры оценки сводились в единую исходную модель-классификацию [3; 4]. Разработку интегрального показателя можно разделить на несколько этапов: на *первом этапе* проводится отбор обоснованной системы критериев состояния биоты и абиотической среды; на *втором этапе* избавляются от размерности исходных характеристик так, чтобы наилучшим условиям по каждому критерию соответствовало значение, равное 0, а наихудшим - равное 1 (или наоборот). Тем самым, исходные критерии в различных шкалах измерения приводятся к безразмерным шкалам; на *третьем этапе* выбирается вид интегрального показателя  $I(q_i, w_i)$ , который строится таким образом, что зависит не только от показателей  $q_i$ , но и от их значимости, определяемой весовыми коэффициентами  $w_i$ ; на *четвертом этапе* вводятся оценки весовых коэффициентов  $w_i$ ; на *пятом этапе* для левой и правой границ каждого класса рассчитывается значение  $I$ ; на *шестом этапе* проводится апробация разработанного интегрального индекса.

Выводы. Оценка устойчивости экосистем к изменению параметров антропогенных режимов особенно важна для предотвращения и снижения негативных последствий воздействия антропогенных факторов на водные объекты.

Сравнение состояния экосистем с помощью интегральных методик позволяет количественно оценить пространственно-временные особенности их динамики, степень их антропогенной трансформации, тенденции их изменения, степень допустимого воздействия на них.

Уязвимая водная экосистема при антропогенном или техногенном воздействии на нее может довольно быстро деградировать и потерять присущие ей уникальные природные свойства. Слабо уязвимая экосистема может долго противостоять внешнему воздействию, проявляющемуся в изменении параметров режимов водного объекта и тем самым быть устойчивой к внешним воздействиям.

Следовательно, антропогенно-трансформированные экосистемы наиболее устойчивы к изменению какого-либо свойства или качества, так как уже в определенной степени наделены этим свойством. Так, высокопродуктивные, вследствие биологического загрязнения, водоемы будут более устойчивы к эвтрофированию, чем небольшие по величине и (или) низкопродуктивные водоемы.

В работе были разработаны интегральные индексы для оценки устойчивости водоемов к изменению параметров естественного и антропогенного режимов. Построение интегральных показателей было проведено на основе метода сводных показателей.

#### Литература

1. Примак Е.А. Интегральная оценка устойчивости и экологического благополучия водных объектов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. географ. наук. СПб, 2009 - 24 с.
2. Дмитриев, В. В., Пряхина, Г. В., Огурцов. Оценка эмерджентных свойств водных объектов: трофический статус, устойчивость, экологическое благополучие. В Третьи Виноградовские чтения. Грани гидрологии. Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского гидролога Юрия Борисовича Виноградова. Санкт-Петербург, 28-30 марта 2018 г. Под редакцией О.М. Макарьевой. С. 347-354.
3. Дмитриев В. В. Интегральные оценки состояния сложных систем в природе и обществе // Биосфера. 2010. Т. 2, № 3. С. 507–520.
4. Дмитриев В.В., Огурцов А.Н. Устойчивость сложных систем в природе и обществе: методология, оценка, результаты. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета № 48. Научно-теоретический журнал. СПб.: РГГМУ, 2017: 72-84.

### **Integrated assessment of the stability of transformed water bodies to a change in the parameters of regimes**

**K.D. Odinkova, E.A. Primak**

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, kso98@mail.ru*

Abstract. The integral assessment of the stability of water body to changes in the parameters of the natural and anthropogenic conditions changes is considered on the basis of the method of aggregate indices.

Key words: stability, anthropogenic transformed reservoir, integral assess, method of aggregate indices.

## Агрохимические свойства луговых почв подверженных мелиорации

Омелечко Д.А.

*РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Определение агрохимических показателей почв важно, так как они в большой мере определяют уровень плодородия почв. Некоторые почвенные параметры могут свидетельствовать о недавней произведённой мелиорации, что даёт оценку качества и степени самих мелиоративных работ. Оптимизация применения различных удобрений может служить немаловажным фактором для снижения или предотвращения загрязнения природной среды биогенными и балластными элементами.

Ключевые слова: мелиорация, агрохимические показатели, эвтрофикация.

В ходе проведённой нами работы были рассмотрены следующие параметры: 1) величина рН водных и солевых суспензий; 2) содержание органического вещества (По Тюрину). Данный параметр характеризует содержание органического углерода в почве; 3) определение содержания поглощённого аммонийного азота, что позволяет судить об обеспеченности растений аммонийным азотом и о степени проявления процесса аммонификации; 4) определение подвижного фосфора методом Кирсанова 5) гидролитическая кислотность почвы по Каппену; 6) сумма поглощённых оснований по Каппену-Гильковицу.

Образцы почв были отобраны на двух мелиорируемых лугах острова Валаам. Было заложено 3 разреза на Лещёвом лугу и 2 разреза на Никоновском поле. Почвы агродерново-глеевые суглинистые на озёрных глинах. Растительность представлена различными разнотравно-злаковыми культурами.

В рамках проведённых нами исследований были получены следующие значения. Почвы в среднем характеризуются среднекислой и слабокислой реакцией среды (рН<sub>КСЛ</sub> 4,6-5,6). Содержание гумуса варьирует от 2,8 % до 5,4 %. Минимальное значение содержания фосфора составило 7,8 мг/100 г. на втором разрезе Лещёвого луга на глубине 2-15 см, а максимальное значение 69,8 мг/100 г. на том же разрезе, на глубине 41-52 см. Максимальное содержание аммонийного азота зафиксировано на втором разрезе Лещёвого луга и составило 28,5 мг/100 г. на глубине 2-41 см, минимальное - 7,5 мг/100 г. на первом разрезе Лещёвого луга и на втором разрезе Никоновского поля на глубине 37 и 22-45 соответственно. Степень насыщенности почвы основаниями колеблется от 84,4 до 98,5%.

При проведении мелиоративных работ на данных почвах были превышены дозы внесения фосфорсодержащих удобрений. Такое не нормированное привнесение может неблагоприятно сказаться на близлежащих водоёмах (возникновение эвтрофикации) и на общей урожайности. Целесообразно в данных почвах уделить внимание известкованию и внесению азотсодержащих удобрений.

### Литература

1. Практикум по агрохимическому анализу почв. учебное пособие [для студентов биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета] /С.-Петерб. гос. ун-т; [Крейер К.Г. и др.] под ред. к.б.н. К.Г. Крейера. - 3-е изд., перераб. и доп.. - Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петербургского университета, 2005. - 86,[1] с. ; 21 см. - (Агрохимия). - Библиогр.: с. 85.
2. Матинян Н. Н. Почвы острова Валаам /Н.Н. Матинян, И.С. Урусевская; С.-Петерб. гос. ун-т, С.-Петерб. о-во естествоиспытателей. - СПб. : Изд-во СПбГУ, 1999. - 31 с. : ил. ; 19 см. - Библиогр.: с. 30.
3. Хутакова С. В. Химия почв. учебное пособие для подготовки бакалавров по направлениям 110100 "Агрохимия и агропочвоведение" и 110400 "Агрономия" /С.В. Хутакова, В.И. Убунгунова, Н.А. Пьянкова; М-во сел. хоз-ва РФ, Деп. науч.-техн. политики и образования, ФГБОУ ВПО

"Бурят. гос. с.-х. акад. им. В.Р. Филиппова", Ин-т общ. и эксперим. биологии СО РАН. - Улан-Удэ  
: Изд-во БГСХА, 2011. - 157 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 155-157 (51 назв.)

## **Agrochemical Properties of Meadow Soils Subjected to Reclamation**

**Omelechko D.A.**

*RSHU, St. Petersburg, Russia*

Abstract. The determination of agrochemical indicators is soil important. Some assessments of the quality and degree of reclamation work itself. Optimization of the use of various convenient factors can serve as an important factor for reducing or preventing the impact on the environment of biogenic and ballast elements.

Key words: land reclamation, agrochemical indicators, eutrophication.

## Сравнение лимнологических параметров оз. Сисьярви в точках антропогенного воздействия и свободных от него (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро)

Панова Н.В.<sup>1</sup>, Воякина Е.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН  
E-mail: panova93@gmail.com

Аннотация. Работа проводилась на самом крупном озере Валаамского архипелага – оз. Сисьярви. Цель данного исследования – анализ лимнологических особенностей озера Сисьярви. Исследования проводили в период с мая-июня по сентябрь 2013 – 2019 гг. по основным лимнологическим параметрам в трех точках озера. Каждая точка обладает отличными гидрологическими параметрами. В летний период на этих станциях формируется четко выраженная температурная стратификация. Показано, что наибольшая вариабельность характерна для таких параметров, как мутность и содержание биогенных элементов.

Ключевые слова: биогенные элементы, лимнология, озеро Сисьярви, Ладожское озеро, Валаамский архипелаг

Валаамском архипелаг расположен в северо-восточной части Ладожского озера, включает более 50 островов. Общая площадь архипелага составляет 36 км<sup>2</sup>. На архипелаге находится 11 малых лесных разнотипных озер, самое крупное из которых – оз. Сисьярви. Водоем расположен в северо-западной части острова, соединен протоками с Ладожским озером и имеет площадь 80.5 га. Максимальная глубина водоема – 19.0 м, средняя составляет 7.0 м [Гагарин и др., 1998].

Особенности гидрологии и гидрохимии озера обусловлены сильной изрезанностью береговой линии, наличием глубоких узких заливов и открытых плесов. [Куликова и др., 1983].

Озеро образовано шестью заливами. Все они отличаются по морфометрии и гидрологическим характеристикам. Наибольшим по площади является Московский залив протяженностью 1520 м, шириной в центральной части 240 м. Залив связан с Ладожским озером через две протоки. В Московском заливе происходит активное перемешивание за счёт особенностей микрорельефа берегов и "открытости" ветрам преобладающих направлений. Скитский залив глубоко врежется в Скитский остров и защищен со всех сторон плотно сомкнутым еловым лесом. С центральной частью озера залив связан узкой, мелководной и зарастающей протокой (ширина - 50 м, глубина - 3 м, длина - 500 м). Глубины в центральной части залива - до 12 м. Все это создает особый динамический режим, отличающий залив от других участков озера.

Центральная часть озера (пролив Сисясалми) - открытая, небольшая по площади, ориентирована с запада на восток, с максимальными глубинами 10 - 11 м. На востоке оз. Сисьярви связано с Ладожским озером через Монастырскую бухту [Воякина, 2007]. На берегу озера, недалеко от его центральной части, находится монастырская животноводческая ферма, которая оказывает негативное влияние на эту часть водоема.

Цель работы - анализ лимнологических параметров трех глубоководных заливов оз. Сисьярви.

В работе использованы данные лимнологических параметров, полученные для трех глубоких станций, расположенных в северных заливах (Московский и Скитский) и центральной части (пролив Сисясалми) оз. Сисьярви, отличных с гидрологической точки зрения. Отбор проб осуществлялся раз в месяц с мая-июня по сентябрь в 2013 - 2019 гг.

В летний период на этих станциях формируется температурная стратификация. За период исследования температура на поверхности воды Московского залива находилась в диапазоне от 5.2 до 25.5 °С, на дне - от 4.5 до 6.2 °С. В проливе Сисясалми максимальное значение за период наблюдения на поверхности составило 26.3 °С, минимальное - 6.2 °С. На дне максимальное

значение было 6.9 °С, минимальное - 4.5°С. В Скитском заливе значения температуры на поверхности находились в диапазоне от 9.4 до 25.6 °С. Минимальное значение на дне составило 4.0 °С, максимальное - 5.0°С. Разброс значений связан с различной глубиной точек наблюдения и различными погодными условиями в период наблюдений [Воякина, 2007].

Среднесезонные значения прозрачности на станциях варьировали незначительно (от 1.1 до 2.7 м). Активная вегетация фитопланктона в 2016 году привела к снижению прозрачности на всех станциях.

По значениям рН (6.9 - 8.5) озеро относится к нейтрально-олигощелочным. Кислородный режим не всегда благоприятный, содержание растворенного кислорода на поверхности варьировало значительно (65 - 107 %). В июле – августе содержание растворенного кислорода часто было менее 90%. На дне наблюдается дефицит кислорода, в период ярко выраженной температурной стратификации отмечены заморные явления. Наиболее часто они наблюдались в Скитском заливе и проливе Сисясалми.

На поверхности станций минимальные среднесезонные значение мутности фактически не отличались (от 2.2 до 2.6 мг/дм<sup>3</sup>). Максимальные же варьировали от 7.3 мг/дм<sup>3</sup> (Скитский залив) до 10.7 мг/дм<sup>3</sup> (пролив Сисясалми).

Среднесезонные значения содержания аммонийного азота в поверхностных горизонтах на станциях отличались между собой незначительно: в проливе Сисясалми - 0.49 – 0.61 мг/дм<sup>3</sup>, в Московском заливе - 0.42 – 0.69 мг/дм<sup>3</sup>, в Скитском заливе - 0.28– 0.76 мг/дм<sup>3</sup>. В придонных горизонтах содержание аммонийного азота в проливе Сисясалми (0.8 – 1.4 мг/дм<sup>3</sup>) было выше по сравнению с Московским заливом (0.4 – 0.7 мг/дм<sup>3</sup>). В Скитском заливе содержание аммония колебалось от 0.39 до 4.0 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация фосфатов в оз. Сисьярви на поверхности изменялась в диапазоне 0.000 – 0.017 мг/дм<sup>3</sup>. По содержанию фосфатов исследованные участки фактически не отличались. Минимальные значения фосфатов наблюдались в Скитском, максимальные – в Московском заливе. Наиболее широкий диапазон значений был отмечен в Скитском заливе (0.000 – 0.015 мг/дм<sup>3</sup>).

В придонном слое высокие значения фосфатов были характерны для станций Сисясалми (0.126 – 0.746 мг/дм<sup>3</sup>) и Скитского залива - 0.127 – 0.786 мг/дм<sup>3</sup>. В Московском заливе значения были на порядок меньше (0.008 – 0.075 мг/дм<sup>3</sup>).

Активное накопление биогенных элементов в придонных горизонтах объясняется ярко выраженной температурной стратификацией, низкой температурой, отсутствием кислорода и слабой вегетацией фитопланктона.

Таким образом, станции оз.Сисьярви, отличные между собой несмотря по морфометрическим и гидрологическим особенностям, имеют незначительные пространственные различия для большинства параметров. Наибольшее различие приходится на содержание биогенных элементов и значения мутности в проливе Сисясалми и Скитском заливе. Повышенные значения показателей в проливе Сисясалми связано с расположением рядом с местом отбора проб монастырской фермы и Смоленского скита, выступающих источником антропогенного загрязнения. В скитском же заливе повышенные содержание биогенных элементов и мутности объясняется особенностями рельефа и расположением залива, незначительным перемешиванием и замедленным водообменом с основной частью озера.

#### Литература

1. *Воякина Е. Ю.* Фитопланктон Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: Дисс. к.б..н.: 03.00.18 – СПб., 2007. – 245 с.
2. *Гагарин А. П., Маринич М. А., Карпов А. С.* Природные условия Валаамского архипелага // Комплексные природоведческие исследования на Северо-Западе России: Валаамская и Кургальская экспедиции СПбОЕ: Сб. науч. тр. / СПбОЕ СПб., 1998.-Т.92.-Вып.1– С.9-16.
3. *Кононова М. С., Рыжиков А. В.* Химический состав воды озера Пряжинское. Водная среда Карелии: исследование, использование, охрана. Материалы II республиканской школы-конференции молодых ученых. Карельский научный центр РАН.-2006 г. – С. 74-77.

4. *Кравченко И. Ю.* Химический состав воды малых озер разнотипных ландшафтов Карелии// Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации». 2016. № 12 (68) [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/12/75837> (дата обращения 25.03.2020)
5. *Куликова Е.Ф., Куликова Т.П., Соколова В.А.* Фауна озер о. Валаам. Природные комплексы Валаама и воздействие на них рекреации – Петрозаводск, 1983.- С.156–174.
6. *Матинян Н. Н., Урусевская И. С.* Почвы острова Валаам. - СПб., 1999.- С.1-31.
7. *Шешукова А. А., Шибина Т. Д., Матинян Н. Н.* Минеральный состав магматических почвообразующих пород острова Валаам // Вестн. СПбГУ – СПб.: СПбГУ, 2006.– Сер.3.- Вып.1– С.125-130.

### **Comparison of limnological parameters of lake Sisjarvi at points of anthropogenic impact and those free from it (Valaam archipelago, lake Ladoga)**

**N. Panova<sup>1</sup>, E. Voyakina<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Russian State Hydrometeorological University

<sup>2</sup> Saint-Petersburg Scientific Research Centre for Ecological Safety, Russian Academy of Sciences, panova93@gmail.com

Abstract. The research was carried out on the Valaam archipelago, located in the profundal zone of Lake Ladoga. The purpose of the research is to analyze the limnological features of Lake Sisjarvi. Lake Sisjarvi is largest water body in the Valaam archipelago. The studies were conducted from May-June to September 2013 – 2019 according to the main limnological parameters. Samples were collected at three deep points of the lake, they differed in hydrology. In summer temperature stratification is formed at these stations. It is shown that such parameters as turbidity and nutrient were characterized by the greatest variability.

Key words: nutrient, limnology, Lake Sisjarvi, Lake Ladoga, Valaam archipelago

## Сравнительная оценка биологической активности разных типов почв

**Перевышина К.М.**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург,  
Россия*

Аннотация. В данной работе проведена сравнительная оценка биологической активности разных типов почв острова Валаам. В качестве критериев оценки были использованы пять почвенных параметров. В результате работы была установлена зависимость микробиологической активности и антропогенного загрязнения почв.

Ключевые слова: биологическая активность, оценка почв, антропогенная нагрузка.

Микробиота, биохимические параметры почвы, ее биологическая активность под влиянием антропогенного воздействия изменяются в первую очередь, поэтому считаются многими исследователями наиболее чувствительными к загрязнению показателями состояния почвенного покрова. К показателям биологической активности относятся: биомасса и численность почвенных микроорганизмов, их продуктивность, ферментативная активность почв, количество и скорость накопления продуктов жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, интенсивность основных процессов, связанных с круговоротом элементов.

Объектами исследования стали почвы, относящиеся к территориям различного режима природопользования. Были отобраны верхние гумусоаккумулятивные почвенные горизонты на полигоне ТКО, в лесных экосистемах и на лугах. В работе были использованы следующие параметры: 1) эмиссия углекислого газа, т.е. «дыхание», характеризует общую биологическую активность почв; 2) целлюлозоразрушающая способность, что позволяет определить активность микроорганизмов, участвующих в процессах деструкции целлюлозы; 3) активность уреазы, данный фермент определяет важные этапы превращения азотсодержащих веществ в почве; 4) водородный показатель, реакция среды почвенного раствора оказывает большое влияние на развитие микроорганизмов; 5) содержание органического вещества, позволяет оценить содержание гумуса в почве, который образуется за счёт жизнедеятельности микроорганизмов.

Полученные значения почвенного дыхания по всем участкам варьируют от 0,2 до 3 мг СО<sub>2</sub>/10 г почвы. Максимальная интенсивность эмиссии углекислого газа зафиксирована в торфяно-подзолистой почве участка, находящегося в зоне наименьшего антропогенного воздействия. Минимальное значение данного показателя соответствует одному из участков полигона ТКО.

Большая часть отобранных почвенных образцов характеризуется слабой и средней целлюлозолитической активностью. Наибольшие значения отмечены на двух участках полигона ТКО. При анализе пространственного распределения была выявлена закономерность увеличения значений данного показателя на участках с наибольшей антропогенной нагрузкой. Для всех исследуемых почв характерна низкая уреазная активность, за исключением одного из участков полигона ТКО, расположенного в непосредственной близости к месту сжигания отходов, а также в зоне постоянной работы автотранспорта. Можно предположить, что данный участок загрязнен нефтепродуктами, стимулирующими уреазную активность.

Содержание гумуса в исследуемых образцах варьирует от 1,56 до 22,97%. В почвах с большим содержанием гумуса отмечается высокая интенсивность почвенного дыхания.

Также отмечена зависимость биологической активности от кислотности почвы. Что объясняется тем, что большинство микроорганизмов предпочитают нейтральную реакцию среды.

### Литература

1. Шлегель, Г. Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987. – 567 с.
2. Мотузова, Г.В. Экологический мониторинг почв / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова. – М.: Академический проект, 2007. – 237 с.
3. Сахно, О.Н. Экология микроорганизмов: учебное пособие / О.Н. Сахно, Т.А.

Трифонова. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 64 с.

## **Comparative assessment of biological activity of different types of soils**

**K. M. Perevyshina**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia*

Abstract. This work presents a comparative assessment of the biological activity of different soil types on Valaam Island. Five soil parameters were used as assessment criteria. As a result of the work was the dependence of microbiological activity and anthropogenic pollution of soils.

Key words: biological activity, soil assessment, anthropogenic load.

## Оценка качества атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга в 2018 году

Полонова К. А.

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, kafedra\_pe@rshu.ru*

**Аннотация:** В качестве материалов для анализа состояния загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга за 2018 год по пяти примесям (бенз(а)пирен, аммиак, диоксид серы, формальдегид, взвешенные вещества) были использованы данные ежегодника ФБГУ «Северо-Западного УГМС».

Ключевые слова: загрязнение, качество воздуха, качество городской среды.

Одной из актуальных экологических проблем больших городов по-прежнему остается качество атмосферного воздуха, так как от этого напрямую зависит качество жизни [1]. С активным развитием цивилизации не менее активно возрастают и потребности людей, удовлетворение которых, зачастую, имеет негативное влияние на окружающую среду [2]. Санкт-Петербург – это город с развитой промышленностью, высокой плотностью населения и большой транспортной нагрузкой. В атмосферный воздух ежедневно поступают загрязняющие вещества. Доля содержания этих примесей в воздухе непосредственно влияет на его качество. В данном исследовании определена степень загрязнения воздуха города Санкт-Петербурга в 2018 году и проведено сравнение с предыдущими годами.

В 2018 году по данным Управления Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области (Петростат - <https://petrostat.gks.ru/>) и Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС - <https://www.fedstat.ru/>) выбросы в атмосферу Санкт-Петербурга загрязняющих веществ, отходящих от стационарных и передвижных источников, составили 559 тыс. тонн. Вклад передвижных источников в суммарные выбросы по городу составляет 84 %, от стационарных источников – 16 %. Количество отходящих загрязняющих веществ от стационарных источников в 2018 г. было всего 169,3 тыс. т, из них уловлено и обезврежено 48,4 % (82 тыс. т). Выбросы от стационарных источников в 2018 г. составили 87,3 тыс. т и увеличились на 11,5 % (на 9 тыс. т) по сравнению с 2017 годом. Основными загрязнителями атмосферного воздуха города традиционно являются предприятия по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа и воды.

Оценка загрязненности атмосферного воздуха выполнена по результатам наблюдений, анализ которых показал, что в Санкт-Петербурге в 2018 году степень загрязнения воздуха характеризуется как «низкая». По сравнению с предыдущим годом степень загрязнения воздуха снизилась. Загрязнение воздуха в Санкт-Петербурге в 2014-2015 гг. квалифицировалось как высокое, в 2016-2017 гг. - как повышенное, в 2018 г. - как низкое.

Дискретные наблюдения проводились на девяти стационарных постах Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды, принадлежащих ФБГУ «Северо-Западное УГМС» [3]. Средняя концентрация взвешенных веществ в целом по Санкт-Петербургу составило 0,6 ПДК. Средняя концентрация диоксида серы была значительно ниже установленных санитарных норм и составила менее 0,1 ПДК. В целом по городу средняя за год концентрация бенз(а)пирена не превышала 0,4 ПДК, относительно 2017 г. незначительно увеличилась. За 2018 год среднегодовая концентрация аммиака в воздухе составила 0,9 ПДК. Средняя за год концентрация формальдегида в целом по городу соответствовала 0,6 ПДК, согласно установленной в 2014 году среднесуточной ПДК.

Уровень загрязнения воздуха квалифицируется по значению ИЗА как низкий. Основной вклад в загрязнение воздуха города вносили: диоксид азота, аммиак, взвешенные вещества и формальдегид. По сравнению с предыдущим годом значение ИЗА за 2018 г. снизилось.

Тенденция за период 2014 - 2018 гг. говорит о том, средние за год концентрации аммиака и фенола возросли, а взвешенных веществ, диоксида серы и бенз(а)пирена снизились. Концентрация формальдегида осталась без изменения.

#### **Литература:**

1. Alexeev D.K., Shelutko V.A., Zueva N.V., Kolesnikova E.V., Urusova E.S., Primak E.A. Research results in the field of applied and systems ecology at the RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya. Russian Journal of Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University)*. 2020. 60.

2. Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.К. Особенности пространственно-временного распределения риска здоровью для населения в крупных промышленных городах // *Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации. Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции*. 2019. С. 822-824.

3. Сайт ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Статья: мониторинг загрязнения окружающей среды. Режим доступа: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=552>, свободный. Дата обращения: 11.09.2020 г.

### **Assessment of air quality in St. Petersburg in 2018**

**Polonova K.A.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia,  
kafedra\_pe@rshu.ru*

Abstract: The data of the FBSU North-West UGMS containing information about atmospheric air pollution in St. Petersburg for 2018 for five impurities (benz (a) pyrene, ammonia, sulfur dioxide, formaldehyde, suspended solids) was used.

Key words: pollution, air quality, urban environment quality.

## **Зависимость распределения металлов и полуметаллов в почвах о. Валаам от происхождения и минералогии материнских пород**

**Русаков Г.А., Дмитричева Л.Е**

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, medverus@rambler.ru*

Аннотация. Целью данной работы является выявление закономерностей профильного распределения в почвах о. Валаам. Для этих целей были проанализированы почвенные образцы с участков подверженных наибольшему антропогенному воздействию. Полученные результаты были сопоставлены с химическим и минеральным составом основных почвообразующих пород, на основании чего были составлены закономерности. На основании этого были сделаны выводы, что высокие концентрации элементов являются фоновыми, так как присущи всем участкам исследования. А распределение по всему почвенному профилю говорит об их природном происхождении.

Ключевые слова: почва, геология, минералогия, материнские породы, остров Валаам.

Остров Валаам является уникальным природным объектом. Особенности сложившейся на нём экосистемы привлекают многих учёных-исследователей. Высокое содержание металлоидов в почвах острова во многом объясняется природой происхождения его материнских пород, а также условиями их формирования. Кроме того, их накоплению в почвенном покрове способствуют различные антропогенные источники. В качестве главных поставщиков поллютантов на территории о. Валаам выступают полигон ТКО, сельскохозяйственные угодья и автотранспорт. Исследование показало, что в настоящее время загрязнённость территории металлами и полуметаллами не столь значительна. Однако степень антропогенной нагрузки требует строгого надзора и контроля, чтобы не допустить нарушения естественного состояния экосистемы острова. Для этих целей уже многие годы сотрудниками и студентами РГГМУ проводятся мониторинговые исследования, чтобы следить за состоянием природной среды Валаама и её изменениями [1, 4]. В рамках данных исследований и была написана предоставляемая работа.

В качестве объекта исследования выступают почвы с четырёх участков острова Валаам. Образцы были отобраны с территорий сельскохозяйственных угодий, полигона ТКО и участка лесного массива. Предметом исследования является распределение металлов и полуметаллов в почвах исследуемых участков острова.

Валаам является самым большим островом архипелага расположенного в северной части Ладожского озера. Вся территория архипелага имеет магматическое происхождение и сформирована интрузивными ультраосновными и основными горными породами. Валаам это рифейские вулканоплутонические тело, сформированное под действием эндогенной магматической активности и расчленённое тектоническими разломами [2]. Основу Валаамского силла составляют габбро-долериты, ферро-габро долериты и сопутствующие монзониты. Помимо них есть выходы сиенитов, слабощелочных лёгкогранитов, гранофиров, а также калиевых и натриево-кальциевых полевых шпатов. При этом трубчатая структура гранофиров способствовала образованию в них таких минералов как барит, сфалерит, галенит и турмалин [3]. Почвы, образовавшиеся на территории, имеют малую мощность, которая иногда едва достигает 10 см. По большей части материнские породы представлены элювиальными и элюво-делювиальными отложениями, реже в качестве них выступают аллювиальные отложения.

Для анализа были отобраны четыре объединённые пробы со схожих горизонтов. Важно отметить, что пробоотбор проводился в летний дождливый период, что могло повлиять на результаты анализа. В качестве анализируемых в исследовании форм были выбраны кислоторастворимые подвижные и валовые формы элементов. Методика анализа заключалась в экстракции металлов и полуметаллов азотной кислотой, в случае с подвижными формами, и плавиковой кислотой, в случае с валовыми формами соответственно. Определение содержания

металлов и полуметаллов производилось на атомно-эмиссионном спектрометре ICPE. Для анализа был выбран спектр из следующих элементов: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Se, Sr, Zn.

Из всего спектра особенно выделился ряд следующих элементов: Fe, Al, K, Ca и Mg, они достигают наивысших максимальных концентраций как в валовой, так и в подвижной формах. При этом данные элементы достигают самых высоких значений на всех четырех пробных участках, что говорит об их высоком содержании в материнских породах острова и образованных в них минералах. Так, например высокие концентрации Mg и Ca объясняются повышенным содержанием оксидов CaO и MgO в моноцитах, кроме того, в них содержатся оксид FeO и диоксид Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В долеритах также встречается повышенное содержание диоксида железа. А высокие концентрации K<sub>2</sub>O связаны с формированием кварц-калишпатового гранофира [3].

Ряд следующих элементов, а именно As, Cu, Se, Cd и Mo имеют в основном концентрации, не превышающие предел обнаружения методики, и фиксируются только на территориях подверженных антропогенному воздействию. Что может свидетельствовать о их техногенном происхождении.

По результатам анализа можно сделать выводы, что высокие концентрации элементов присущи всем почвам исследуемых участков, в следствии чего их можно считать фоновыми. А распределение их по всему почвенному профилю объектов говорит об их природном происхождении.

### Литература

1. Влияние изменений климата и опасных природных явлений на природопользование Европейского Севера / под ред. Н.С. Касимова, Л.Н. Карлина. СПб. 2013. 124
2. Свириденко Л.П. Ладожская вулкано-тектоническая структура (геология, вулканоплутанизм, тектоника) [монография] / Институт геологии КарНЦ РАН. — Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2019. — 98 с.
3. Свириденко Л. П., Светов А. П. Валаамский силл габбро-долеритов и геодинамика котловины Ладожского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 123 с.: ил. 49, табл. 21. Библиогр. 191 назв.
4. Степанова А.Б., Бабин А.В., Дмитричева Л.Е., Комолова С.А., Ерманова М.Г., Коровина А.С. Анализ антропогенного воздействия на наземные экосистемы о. Валаам // Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние Атлас. Санкт-Петербург, 2016. С. 18-31.

### **Dependence of the distribution of metals and semi-metals in the soil profile of o. Valaam on the origin and mineralogy of the materian rocks.**

**Rusakov G.A., Dmitricheva L.E**

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, medverus@rambler.ru*

Abstract. The aim of this work is to identify patterns of profile distribution in soils of about. Balaam. For these purposes, soil samples from areas exposed to the greatest anthropogenic impact were analyzed. The results were compared with the chemical and mineral composition of the main parent rocks, on the basis of which patterns were compiled. Based on this, it was concluded that high concentrations of elements are background, since they are inherent in all areas of the study. And the distribution over the entire soil profile indicates their natural origin.

Key words: soil, geology, mineralogy, materian rocks, Valaam island.

## Оценка зеленых насаждений Санкт-Петербурга по данным дистанционного зондирования

Саргаева В.Ю., Алексеев Д.К., Бабин А.В.

*Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург, Россия, kafedra\_pe@rshu.ru*

Аннотация. На основе спутниковых снимков Landsat 7 и Landsat 8 за период с 2002 по 2018 год проводится анализ динамики зеленых насаждений. Для количественной оценки был использован нормализованный вегетационный индекс (NDVI). Построены карты пространственного распределения NDVI за указанный период. Установлено уменьшение показателей обеспеченности зелеными насаждениями за указанный период для различных районов города.

Ключевые слова: зеленые насаждения, дистанционное зондирование, Landsat, вегетационный индекс, NDVI.

Проблема развития городов сформулирована как одна из семнадцати целей устойчивого развития на ближайшее будущее, а именно обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и устойчивости городов и населенных пунктов [1]. Качество геоэкологического обоснования и выбор приоритетного направления технологических мероприятий по улучшению экологической обстановки во многом определяются сложностью и неординарностью рассматриваемых вопросов, изученностью факторов формирования городской среды, наличием достоверных данных об экологическом состоянии и качестве окружающей городской среды и прогнозом ее возможных изменений под влиянием тех или иных хозяйственных мероприятий [2].

Среди всего комплекса экологических проблем современного города вопросы озеленения городской территории занимают особое место. Зеленые насаждения, с одной стороны, являются органической частью планировочной структуры города, а с другой - выполняют целый ряд важных функций в окружающей среде, что значительно повышает эколого-экономическую ценность территории городов [3, 4].

Применение данных дистанционного зондирования уменьшает трудоемкость объективного контроля состояния «зеленого» фонда в крупном городе. Спутниковые снимки высокого и сверхвысокого пространственного разрешения информативны и полезны для ведения городского кадастра зеленых насаждений, создания автоматизированных систем их обновления, а также для мониторинга растительности на территории города [5].

В ходе работы проведен анализ пространственного распределения и оценки динамики зеленых насаждений на территории города Санкт-Петербурга и его административно-территориальных единицах (внутригородских районах) по данным мультиспектральных спутниковых снимков Landsat 7 и Landsat 8 за период 2002–2018 гг.

Одним из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова, является NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - нормализованный вегетационный индекс) – простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы [6, 7].

Для классификации использовалась следующая шкала [8]: NDVI=0,49-1 – высокая степень развития растительности, состояние хорошее, NDVI=0,38-0,48 – средняя степень развития растительности, удовлетворительное состояние, NDVI=0,30-0,37 – низкая степень развития растительности, угнетенное состояние, NDVI=0,18-0,29 – открытые почвы, очень низкая степень развития растительности, сильно угнетенное состояние, NDVI=0,24-0,17 – искусственные материалы, NDVI<-0,25 – водные объекты.

На основе данной классификации и спутниковых снимков построены карты пространственного распределения NDVI за 2002 и 2018 гг. и рассчитана площадь зеленых насаждений согласно указанной выше классификации для различных районов Санкт-Петербурга и

всего города в целом. За исследуемый период значительное снижение показателя NDVI в пределах значений от 0,49 до 1 зафиксировано в Колпинском, Красносельском и Пушкинском районе, также в Курортном, Приморском, Пушкинском районе зафиксировано снижение в интервале 0,39–0,49, изменение NDVI порядка 0,3–0,37 наблюдается в Приморском районе. В Выборгском, Калининском, Колпинском, Красногвардейском, Красносельском, Курортном, Московском, Невском, Петродворцовом отмечается относительно незначительное уменьшение площадей зон зеленых насаждений. Увеличение показателя NDVI в пределах значений от 0,49 до 1 зафиксировано в Курортном, Приморском, Петродворцовом, Московском районе.

В 2018 году распределение различных поверхностей по Санкт-Петербургу характеризуется следующим образом. В процентных соотношениях (исключая водные объекты) самая высокая доля приходится на объекты «высокая степень развития растительности, состояние хорошее» - 38%, на втором месте с 29 % находятся «искусственные материалы», «средняя степень развития растительности, удовлетворительное состояние» составляет 16 %. «Низкая степень развития растительности, угнетенное состояние» и «открытые почвы, очень низкая степень развития растительности, сильно угнетенное состояние» имеют результат 8% и 9% соответственно.

За период с 2002 по 2018 год произошло увеличение объектов категории «искусственные материалы» с 21 до 29 %. Доля категории «средняя степень развития растительности, удовлетворительное состояние», уменьшились на 3% общей площади города. Доля, которая согласно шкале, принадлежит объекту «высокая степень развития растительности, состояние хорошее», уменьшилась на 5% по сравнению с 43% в 2002 году.

Полученные карты растительного покрова города, основанные на спутниковых снимках Landsat, дают наглядное представление о пространственном распределении показателей озеленения с возможностью их количественных оценок, обеспечивают планирование объектов озеленения. Полученные в результате работы данные могут дополнить существующие знания при проведении работ по исследованию процессов и мониторинге, а также при принятии практических решений.

### Литература

1. Алексеев Д.К., Зуева Н.В., Розенкова И.В., Урусова Е.С., Шелутко В.А. Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: новые горизонты/ Метеорологический вестник. 2017. Т. 9. № 2. С.1-8.
2. D.K. Alexeev, V.A. Shelutko, N.V. Zueva, E.V. Kolesnikova, E.S. Urusova, E.A. Primak. Research results in the field of applied and systems ecology at the RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya*. Russian Journal of Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University). 2020. 60.
3. Соловьева О. С., Соколова Н. А., Бажин О. Н., Гусейнова А. Р. Зеленые насаждения как средство улучшения экологии города. 2010.
4. Ерохина В.И., Жеребцова Г.П., Вольфтруб Т.И., Покалов О.Н., Шурова Г.В. Озеленение населенных мест. Справочник - Москва: Стройиздат, 1987 - с.480
5. Миклашевич Т.С., Барталев С.А. Метод определения фенологических характеристик растительного покрова на основе временных рядов спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 1. С. 9–24
6. Куртушин Н.А., Чупин С.Ю. Обработка спутниковых данных Landsat8. Детектирование облачного покрова. Научная сессия ТУСУР-2015. В-Спектр, 2015: в 5 частях. – Ч. 2. – 360 с.
7. G. Meera Gandhi, S. Parthiban, Nagaraj Thummalu, A. Christy. Ndvi: Vegetation Change Detection Using Remote Sensing and Gis – A Case Study of Vellore District. *Procedia Computer Science*, vol. 57, 2015. doi:10.1016/j.procs.2015.07.415
8. Грехнев Н.И., Липина Л.Н., Усиков В.И. К вопросу оценки экологического риска с использованием метода дистанционного зондирования

## **Assessment of urban green space of St. Petersburg using remote sensing**

**V.Yu. Sargaeva, D.K. Alexeev, A.V. Babin**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia, kafedra\_pe@rshu.ru*

Abstract. On the basis of Landsat 7 and Landsat 8 data an analysis of the dynamics of green spaces is carried out for the period from 2002 to 2018. The normalized vegetation index (NDVI) was used for quantitative assessment. NDVI spatial maps were constructed over the study period. A decrease in the area of green spaces of various city districts was found.

Key words: green spaces, remote sensing, Landsat, vegetation index, NDVI.

## Динамика температур лесных почв острова Валаам

Семенов Д.А.

РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, no.compassion@yandex.ru

Аннотация. Данная работа является частью мониторингового исследования леса на о. Валаам и посвящена анализу температурного режима лесных почв острова. В ходе работы был проанализирован годовой и суточный ход температуры.

Ключевые слова: температура почвы, годовой ход температур, лесные экосистемы.

Измерения температуры почв на острове Валаам проводятся с 2014 года. В качестве объектов исследования были выбраны ельник чернично-разнотравный зеленомошный на буроземе грубогумусном высокоскелетном на выходах массивно-кристаллических пород, а также сосно-ельник черничный зеленомошный на торфяно-подзолистой почве на озерных отложениях. Данные почвы сформированы в восточной части острова на водосборе озера Германовское. Температура измеряется при помощи автономных регистраторов температуры iButton. Датчики расположены в органогенных горизонтах на глубине 5, 10 и 20 см. В летнее время измерения производятся автоматически каждый час, зимой датчики записывают температуру через каждые 3 часа.

На температуру почвы оказывает влияние большое количество различных факторов. В первую очередь температурный режим почвы зависит метеорологических условий, таких как температура воздуха в приземном слое атмосферы, а также количество выпадающих осадков. Помимо этого на температурный режим будут оказывать влияние положение в рельефе, количество органического вещества, физические параметры почвы, такие как ее гранулометрический состав, влажность, порозность и др.

Температурный ход анализировался за период 2018-2019 гг. Самым теплым месяцем является июль. В третьей декаде этого месяца почва прогрелась сильнее всего. Средняя температура бурозема на 5 см за этот период составила 15,39 °С, а средняя температура торфяно-подзолистой почвы – 15,91 °С. Самым холодным месяцем является февраль. В этом месяце средняя температура в поверхностном горизонте на обоих участках составила около 1,5 °С. Важно отметить, что на протяжении всего зимнего периода температура почвы оставалась положительной.

Суточные амплитуды температур в летнее время в буроземе составляют от 0 до 1 °С, а в торфяно-подзолистой почве от 0,5 до 3,5 °С.

Одним из важнейших показателей, влияющих на биологические процессы в почве, является продолжительность периода с физиологически активными температурами. Так, например, теплоактивный период с температурами выше 10 °С у бурозема составил 115 дней, а с температурами выше 5 °С – 195 дней. Сумма активных температур ( $T > 5$  °С) за исследуемый период на данном участке составила 2097,5 °С.

В рамках исследуемых почв по данным температур можно делать предположение о микробиологической активности почв, развитии почвенной фауны, а также о развитии растительности на данных участках леса.

### Литература

- 1 Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние: Атлас / под ред. А.Б. Степановой. - СПб.: РГГМУ, 2016. - 44 с.
- 2 Старцев В.В., Жангуров Е.В., Дымов А.А. Годовая динамика температур органогенных горизонтов почв приполярного Урала // Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2016. - 8 с.
- 3 А.А. Дымов, В.В. Старцев. Изменение температурного режима подзолистых почв в процессе естественного лесовозобновления после сплошнолесосечных рубок // Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, 2016. - 10 с.

### **Temperature dynamics of the forest soils on the Valaam island**

**Semenov D.A.**

*RSHU, St. Petersburg, Russian Federation no.compassion@yandex.ru*

Abstract. This research is part of the environmental monitoring of forest on the Valaam island and is focused on the analysis of the Valaam forest soil temperature regime. In the course of the work, the annual and daily temperature course were analyzed.

Key words: soil temperature, annual temperatures course, forest ecosystems.

## Эколого-санитарное состояние родников Республики Мордовия

Соколова И.С.<sup>1</sup>, Ямбушев А.Р.<sup>1</sup>, Гришуткин О.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Мордовский государственный педагогический университет им. М.Е. Евсевьева, Саранск, Россия, e-mail: irina.sokolik@list.ru

<sup>2</sup> – Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Россия, e-mail: grog5445@yandex.ru

В 2018–2020 гг. нами были проведены исследования родников Республики Мордовия, которые включали в себя описания экологического состояния водосбора, территории расположения родника, санитарного состояния мест забора, каптажа и некоторых физико-химических свойств воды. Всего было обследовано 138 источников. При выборе объектов предпочтение отдавалось посещаемым родникам и равномерному охвату территории.

При оценке эколого-санитарного состояния использовался опыт проведения подобных работ в других регионах России (Щвец и др., 2002, Новых и др., 2011). Нами были выбраны следующие критерии: 1) наличие хозяйственных объектов в водосборе родника; 2) уровень благоустройства родника; 3) санитарное состояние территории родника; 4) техническое состояние каптажа; 5) дебит источника. Оценка по критериям происходила по балльной шкале.

Наличие хозяйственных объектов в водосборе родника. Отмечалось наличие промышленных и сельскохозяйственных предприятий, культивируемых полей, автомобильных и железных дорог, населенных пунктов и т.п. По их количеству, занимаемой площади в водосборе и возможному негативному влиянию выделялась шкала из 5 ступеней, от сильной деградации водосбора (1 балл) до полного отсутствия хозяйственных объектов (5 баллов). Из 138 родников 1 балл получил 1 источник, 2 балла – 14, 3 балла – 72, 4 балла – 33, 5 баллов – 18 источников. В водосборе большинства родников присутствуют сельскохозяйственные угодья, населенные пункты, автодороги. При этом только в водосборе одного источника было отмечено промышленное предприятие, и только в водосборе 18 не находится ни одного хозяйственного объекта.

Уровень благоустройства родника. Оценивалось количество и качество построек, удобство забора воды, наличие купели, мест отдыха, покрытие территории родника и т.п. По 5-балльной шкале родники расположились следующим образом: 1 балл (минимальное благоустройство) – 33 источника, 2 балла – 50, 3 балла – 24, 4 балла – 18, 5 баллов – 13. Как видно из приведенных данных, инфраструктура на родниках развита слабо, значительная часть из них ограничивается простым каптажем для набора воды.

Санитарное состояние территории родника оценивалось преимущественно по наличию мусора с выделением трех градаций. Нужно отметить, что этот фактор не имеет решающего значения, т.к. при неоднократном посещении родников можно наблюдать как и полностью убранную территорию, так и весьма замусоренную. Один балл соответствовал большому количеству мусора. Таких родников было отмечено 12. Среднее количество мусора отмечалось на 43 родниках, низкое – на 83.

Техническое состояние каптажа. Оценивалось наличие растительности (преимущественно водорослей и мхов) и животных, мусора, ветхость каптажа, его функционал. На некоторых источниках отмечалась непродуманность каптажа, что приводило к попаданию в него мелких млекопитающих и их гибели, что снижало оценку. Выделялась шкала из 5 градаций от плохого состояния (1 балл) до отличного (5 баллов). Результаты следующие: 1 балл – 1 источник, 2 балла – 10, 3 балла – 42, 4 балла – 68, 5 баллов – 17.

Дебит родника имеет опосредованное влияние на качество воды и санитарное состояние, однако при совокупности других факторов тоже имеет немаловажную роль в том плане, что при большом дебите вода быстро обновляется и окружающие факторы (плохое состояние каптажа территории родника) для них имеют меньшую роль. Нами использовалась стандартная классификация родников (Справочное руководство..., 1979): весьма малые (0,001–0,01 л/с) – 5 источников (1 балл), малые (0,01–0,1 л/с) – 48 источников (2 балла), незначительные (0,1–1 л/с) – 61

источник (3 балла), значительные (1–10 л/с) – 24 источника (4 балла).

По сумме баллов были выделены 4 группы.

Первая группа: 7–11 баллов – 10 источников. Часть из них в настоящее время практически не используется населением и имеет заброшенный вид. Некоторые же из них довольно посещаемые, однако их положение и состояние находятся на самом низком уровне. Подобные источники как минимум требуют реконструкции каптажа и территории и регулярного контроля химического состава воды.

Вторая группа: 12–14 баллов – 51 источник. В эту группу попали преимущественно родники, находящиеся в населенных пунктах или среди культивируемых полей, со слабым уровнем обустройства, а также расположенные в лесных массивах, но с ветхим каптажем и минимальной инфраструктурой.

Третья группа: 15–17 баллов – 62 источника. Весьма хорошо обустроенные родники без явных негативных хозяйственных объектов в водосборе. Как правило, за ними ухаживает либо какая-то организация (например, монастырь), либо местные жители.

Четвертая группа: 18–20 баллов – 15 источников. Все без исключения родники в этой группе были реконструированы в последние 10 лет, имеют очень хорошее обустройство и постоянный надзор за территорией. Почти все из них имеют культовое значение и поддерживаются на средства ближайших к ним монастырей.

Таким образом, как минимум на половине родников Республики Мордовия требуется реконструкция сооружений, контроль санитарного состояния территории, а также регулярные проверки химического состава воды.

#### Литература

1. Новых Л.Л., Орехова Г.А., Колесникова Г.А., Чуйкова Е.Г. Санитарно-техническое состояние охраняемых родников Белгородской области // Особо охраняемые территории. 2011. №2. С. 115–119.
2. Справочное руководство гидрогеолога / В.М. Максимов, В.Д. Бабушкин, Н.Н. Веригин и др. Л.: Недра, 1979. 512 с.
3. Швец В. М., Лисенков А. Б., Попов Е. В. Родники Москвы. М.: Научный мир, 2002. 160 с.

### Ecological and sanitary state of springs in the Republic of Mordovia

Sokolova I.S.<sup>1</sup>, Yambushev A.R.<sup>1</sup>, Grishutkin O.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – M.E. Evseyev Mordovia State Pedagogical University, Saransk, Russia, e-mail:  
irina.sokolik@list.ru

<sup>2</sup> – Papanin Institute for Biology of Inland Waters of RAS, Borok, Russia e-mail:  
grog5445@yandex.ru

Abstract. The article presents data on the assessment of the ecological and sanitary state of springs in the Republic of Mordovia based on the study of 138 sources, which included descriptions of catchments, sanitary condition of the territory, captage and flow rate measurements.

Key words: watershed, damming, flow rate, scoring.

## Оценка системы управления с твердыми коммунальными отходами в г. Санкт-Петербурге

Тимофеева А.И., Примак Е.А.

*Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, [smail.anna@mail.ru](mailto:smail.anna@mail.ru),*

Аннотация. Обращение с твердыми коммунальными отходами (ТКО) – это исключительно актуальный вопрос на сегодняшний день. От грамотно организованной системы управления отходами зависят состояние окружающей среды, здоровье человека, объемы ресурсопотребления, а также экономическое развитие, как на региональном, так и федеральном уровнях. Для эффективной организации потоками ТКО необходимо понимать, насколько хорошо налажено управление отходами. Этому способствует внедрение механизма индикаторной оценки.

Ключевые слова: обращение с отходами, управление отходами, оценка системы обращения с отходами, твердые коммунальные отходы, управление ТКО в Санкт-Петербурге

По мере того, как увеличивается численность населения и повышается уровень урбанизации, происходит увеличение потребления и количества образующихся отходов в целом, в том числе твердых коммунальных отходов. В городах России по-прежнему превалирует захоронение отходов над переработкой и повторным использованием, что не соответствует принципам устойчивого развития и иерархическим принципам национальных стандартов [1, 2].

Авторами было проведено исследование зарубежных методик оценки эффективности и качества управления сферой обращения с ТКО [3, 4], в результате которого был выбран ряд оценочных индикаторов, которые можно применить в отечественной практике.

В основе создания методики оценки обращения с отходами была выбрана модель реагирования «воздействие-состояние-отклик», которая показывает связь между оказываемым на окружающую среду воздействием, откликом от воздействия и необходимыми механизмами регулирования [5]. Условия выбора индикаторов основывались на принципах их измеримости, доступности, понятности, возможности к сопоставлению и чувствительности к изменениям.

Для создания методики оценки деятельности обращения с ТКО в Санкт-Петербурге были использованы методики ООН-Хабитат и панамериканская методика CEPIS. Были отобраны 14 индикаторов, которые дают общую информацию о регионе исследования (ВВП на душу населения, объем образования ТКО), освещают управленческие аспекты (степень вовлеченности в сферу обращения с отходами, финансовая устойчивость), экологические аспекты (соблюдение принципа «3R», качество окружающей среды при обработке и утилизации отходов), социальные аспекты (здоровье населения) и экономические показатели (стоимость собранных отходов).

По вышперечисленным индикаторам была проведена оценка эффективности системы обращения с ТКО в Санкт-Петербурге [6, 7, 8, 9].

Объединяя вместе индикаторы двух методик, было установлено, что 5 индикаторов характеризуют систему управления ТКО как систему с низким/средним и средним уровнем эффективности, 6 индикаторов – как систему со средним/высоким уровнем, а 3 индикатора не удовлетворяют приемлемому уровню качества системы управления ТКО.

По полученным индикаторам были выявлены слабые стороны существующей системы обращения с ТКО в Санкт-Петербурге, к которым относятся отсутствие достаточного количества статистической информации об отходах, что проявилось в невозможности выбора некоторых индикаторов из-за отсутствия соответствующих данных; низкий уровень переработки отходов; незначительная инклюзивность поставщиков услуг в системе обращения с отходами; незначительная уровень производительной деятельности; низкий уровень производительной деятельности в области обращения с отходами; низкая эффективность услуги по сбору, утилизации и захоронения отходов.

### Литература

1. Примак Е.А., Пареха Э., Тимофеева А.И. Индикаторная оценка системы управления муниципальными отходами в Эквадоре // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2020. N 3 (39)
2. Alexeev D.K., Shelutko V.A., Zueva N.V., Kolesnikova E.V., Urusova E.S., Primak E.A. Research results in the field of applied and systems ecology at the RSHU. *Gidrometeorologiya i Ekologiya. Russian Journal of Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University)*. – 2020. – 60 p.
3. David C Wilson, Ljiljana Rodic, Michael J Cowing Benchmark Indicators for Integrated & Sustainable Waste Management (ISWM)//World Congress. – 2013. – 16 p.
4. Fernando A. Paraguassú De Sá, Carmen Rosío Rojas Rodríguez Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza publica // Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ciencias del Ambiente. – 2002. – 80 p.
5. J. Dumanski, C. Pieri Application of the pressure-state-response framework for the land quality indicators (LQI) programme. URL: <http://www.fao.org/3/W4745E/w4745e08.htm> (Accessed: 20.09.20)
6. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Санкт-Петербурге в 2019 году» Роспотребнадзор по городу Санкт-Петербургу
7. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 29.05.2012 N 524 "О Программе "Региональная целевая программа по обращению с твердыми бытовыми отходами в Санкт-Петербурге на период 2012-2020 годов"
8. Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга. Электронная модель Территориальной схемы. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/blago/elektronnaya-model-territorialnoj-shemy/> (Дата обращения: 20.09.20)
9. Кудькова О.Г. Оценка системы обращения с отходами. Магистерская диссертация. – 2020. – 85 с.

### **Evaluation of municipal solid waste management system in Saint Petersburg Timofeeva A.I, Primak E.A.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia,  
smail.annya@mail.ru, ekaterinaprimak@yandex.ru*

Abstract. Municipal solid waste (MSW) management is an extremely significant issue in the modern world. Environmental conditions, public health, resource consumption, as well as economic development on different levels depend a lot on waste management organization. To be able to regulate MSW flows, it is necessary to have the assessment tool of MSW management system efficiency. The indicator assessment methodology can serve as the assessment tool mentioned earlier.

Keywords: waste management, assessment of the waste management system, municipal solid waste, MSW management in St. Petersburg

## Межгодовая изменчивость характеристик зоопланктона и ряда гидрохимических параметров оз. Лещевое (о. Валаам, Ладожское озеро)

Чернышев А.Н.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,  
Россия, *chernyshev.alexander2015@yandex.ru*.

Аннотация. Проанализирована межгодовая изменчивость численности и биомассы зоопланктона, а также прозрачности и ряда гидрохимических параметров оз. Лещевое в 2016 – 2018 гг.

Ключевые слова: малые озера, о. Валаам, зоопланктон, гидрохимические параметры экологические условия.

Управление экосистемами – сложный процесс, для которого необходимо учитывать не только количество компонентов, но и степень взаимосвязей между ними. Неотъемлемой частью водных экосистем является зоопланктон, который играет важную роль в транзите вещества и энергии. Изменения в его структуре могут привести к необратимым изменениям во всей водной экосистеме. В связи с этим необходимо понимать, какие факторы оказывают наибольшее влияние на развитие зоопланктона. Для решения этой проблемы используются данные комплексных мониторинговых наблюдений.

Большая часть водоемов Республики Карелия относится к малым озерам. Мониторинговые данные гидробиологических параметров, в частности, параметров зоопланктона довольно редки, поэтому представляют большой интерес. Такие озера расположены на территории Валаамского архипелага.

Цель работы – проанализировать изменчивость характеристик зоопланктона и ряда гидрохимических параметров в 2016 – 2018 гг. в рамках мониторинговых наблюдений.

Основные задачи – 1) дать характеристику таксономического состава зоопланктона в исследуемый период; 2) провести сравнительный анализ изменчивости численности и биомассы сообщества зоопланктона; 3) проанализировать межгодовую изменчивость ряда гидрохимических параметров и прозрачности воды.

Исследуемое оз. Лещевое расположено в южной части о. Валаам и является крупнейшим из 11 малых озер острова. Площадь зеркала водоема составляет 23,8 га. Средняя глубина – 1,6 м, максимальная – 7 м. По данным гидрохимического мониторинга водоем был отнесен к нейтральному мезополигумозному мезополижелезистому типу [1]. Лещевое озеро через систему проток связано с Ладожским озером. Высокий уровень воды в Ладоге в 2018 г. привел к наполнению проток и увеличению площади исследуемого водоема в 1,5 раза. Ряд территорий на водосборе Лещевого озера подвержено антропогенному воздействию в виде мелиоративных работ, проводящихся с 2016 г. [2].

Исследование проводилось на базе Учебно-научной станции РГГМУ на о. Валаам. Отбор проб зоопланктона осуществлялся с июня по сентябрь на мониторинговой станции с максимальной глубиной. Отбор интегральных проб, их обработка и анализ осуществлялись по распространенным методикам [3]. Определение значений гидрохимических параметров проводилось по общим методикам [4]. Статистическая обработка данных проводилась в пакете STATISTICA 12.

Всего было идентифицировано 14 видов сетяного зоопланктона, из них 1 – *Rotatoria*, 10 – *Cladocera*, 2 – *Copepoda*; 1 – *Insecta*. К массовым видам были отнесены: *Eudiptomus gracilloides* Lilljeborg, *Daphnia cristata* Sars, *Thermocyclops oithonoides* Sars, *Chydorus sphaericus* O.F.Muller.

Значения общей численности и биомассы зоопланктона в исследуемый период варьировали в диапазонах от 4,2 экз./л до 42,4 экз./л и от 0,07 мг/л до 0,96 мг/л соответственно. Максимальные значения зафиксированы в июне 2016 г. – в период проведения мелиоративных работ на водосборе озера, минимальные – в период увеличения площади водоема в 2018 г.

Для оценки условий обитания исследуемого сообщества были проанализированы диапазоны значений прозрачности, а также ряда гидрохимических характеристик (Табл. 1).

**Таблица 1** – Диапазоны значений прозрачности и гидрохимических параметров в поверхностном горизонте оз. Лещевое в 2016 – 2018 гг.

|          | Прозрачность,<br>м | pH          | Концентрация<br>растворенного<br>кислорода, мг/л | Концентрация<br>растворенного<br>углекислого газа,<br>мг/л | Перманганатная<br>окисляемость,<br>мгО/л |
|----------|--------------------|-------------|--|--|--|
| Диапазон | 0,6 – 1,2          | 6,23 – 7,15 | 5,22 – 8,53                                      | 2,64 – 22,0  | 15,44 – 45,96                            |

Все параметры характеризовались довольно выраженной межгодовой изменчивостью. Для оценки взаимосвязи этих параметров с численностью и биомассой зоопланктона были рассчитаны парные коэффициенты корреляции. Значимые коэффициенты ( $p < 0,05$ ) были получены для параметров биомассы и прозрачности ( $r = -0,65$ ), а также для биомассы и pH ( $r = 0,62$ ). Вероятно, отрицательная связь между прозрачностью и биомассой обусловлена тем, что в условиях низкой прозрачности снижается эффективность охоты планктоноядных рыб, ориентирующихся на зрение [5]. К таким относится окунь *Perca fluviatilis*, являющийся довольно типичным видом для оз. Лещевое [6]. Взаимосвязь биомассы и значений pH довольно обычное явление, характерное для многих водоемов [7].

Таким образом, в работе были проанализирована межгодовая изменчивость численности и биомассы зоопланктона, а также прозрачности воды и ряда гидрохимических параметров в 2016 - 2018. В целом существенного изменения видового состава не обнаружено. Обнаруженная взаимосвязь между биомассой зоопланктона и прозрачностью воды, вероятно, вызвана снижением эффективности охоты планктоноядных видов рыб в условиях ограниченной видимости.

#### Литература

1. Степанова А.Б., Шарафутдинова Г.Ф., Воякина Е.Ю. Гидрохимические особенности малых озер о. Валаам // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2010. № 12. С. 97–109.
2. Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние / под ред. А.Б. Степановой. СПб: РГГМУ, 2016. 44 с.
3. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1983. 239 с.
4. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1973. 210 с.
5. Lehtovaara A. et al. Responses of zooplankton to long-term environmental changes in a small boreal lake // Boreal environment research. 2014. Vol. 19. P. 16.
6. Рыжков Л.П. Озера бассейна Северной Ладоги. Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского государственного университета, 1999. 204 с.
7. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон / под ред. Г.Г. Винберга. Москва: Наука, 1984. 207 с.

**Characteristic of zooplankton community in Lake Leschevoye  
(Valaam Island, Lake Ladoga)**

**Chernyshev A.N.**

*Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg,  
chernyshev.alexander2015@yandex.ru*

Abstract. Interannual variability of zooplankton abundance and biomass as well as hydrochemical parameters of Lake Leschovoye during 2016–2018 were analyzed.

Key words: small lakes, Valaam Island, zooplankton, hydrochemical parameters, ecological conditions.

Электронное издание



## СБОРНИК ТЕЗИСОВ

Международной научно-практической конференции  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРОСТРАНСТВЕ СНГ»,  
посвященной 90-летию Российского государственного гидрометеорологического  
университета

22-24 ОКТЯБРЯ 2020 г.

*Вёрстка:* Платонова Е.В., Коробченкова К.Д.  
Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ),  
Санкт-Петербург, Малоохтинский пр-т., д. 98.

Контактная информация:

Телефон: 8 (812) 633-01-92

Электронная почта: [hydromet2020@rshu.ru](mailto:hydromet2020@rshu.ru)

Адрес: 192007, Санкт-Петербург, Воронежская ул., д.79.



МЕЖПАРЛАМЕНТАРСКАЯ АССАМБЛЕЯ  
ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ  
СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ



22-24 ОКТЯБРЯ 2020 Г.  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ