



# ICEF GREAT RIVERS '2013 ВЕЛИКИЕ РЕКИ 2013

15-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ  
15<sup>th</sup> INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL FORUM

## ТРУДЫ

КОНГРЕССА МЕЖДУНАРОДНОГО  
НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА  
“ВЕЛИКИЕ РЕКИ’ 2013”

OF THE “GREAT RIVERS’2013 ”  
INTERNATIONAL CONGRESS REPORTS

### Том 1

ББК 94.3; я 43

15-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки'2013». [Текст]: [труды конгресса]. В 2 т. Т. 1 / Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т; отв. ред. С. В. Соболев. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. – 450 с. ISBN 978-5-87941-941-2

**Редакционная коллегия:**

Соболев С. В. (отв. редактор); Бобылев В. Н. (зам. отв. редактора), Мониц Д. В., Втюрина В. В., Коссэ М. А., Гельфонд А. Л., Виноградова Т. П., Баринев А. Н., Еруков С. В., Коломиец А. М., Филиппов Ю. В., Соколов В. В., Зенютич Е.А., Корнев А. Б.

Сборник содержит генеральные и секционные доклады конгресса «Бассейны великих рек в условиях глобального изменения окружающей среды. Обеспечение безопасности и инновационного развития регионов» 15-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки'2013», состоявшегося 15–18 мая 2013 года в г. Нижнем Новгороде. В докладах освещены проблемы экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности и устойчивого социально-экономического развития бассейнов великих рек мира и региональных территорий. В томе I размещены генеральные доклады и доклады секций 1–6.

Ответственный за выпуск: Коссэ М. А.

ББК 94.3; я 43

ISBN 978-5-87941-941-2

© ННГАСУ, 2014  
© ВЗАО «Нижегородская ярмарка», 2014

15-й Международный научно-промышленный форум  
«Великие реки'2013»

Труды конгресса

Том 1

Редактор  
М. А. Коссэ

---

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Формат 60x90/8. Бумага офсетная. Печать трафаретная.  
Объем 56,3 п.л. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_\_

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
603950, Н.Новгород, Ильинская, 65  
ВЗАО «Нижегородская ярмарка». Рекламно-издательское агентство.  
603086, г. Н.Новгород, ул. Совнаркомовская, 13

ISBN 978-5-87941-941-2



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРИВЕТСТВИЯ УЧАСТНИКАМ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «ВЕЛИКИЕ РЕКИ'2013»</b> .....	15
<b>РЕЗОЛЮЦИЯ</b> .....	27
<b>ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ КОНГРЕССА</b>	
<u>Е. В. Колосов</u> ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК.....	36
<i>Ю. В. Пешков, А. М. Никаноров, Л. И. Минина</i> КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА.....	41
<i>В. П. Орлов, В. С. Круподёров</i> ВЕЛИКИЕ РЕКИ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.....	44
<i>Ю. Ю. Дзгбуадзе</i> ЭКОСИСТЕМЫ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ; ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ВЫЗОВЫ.....	46
<i>М. Урошев, А. Миланович Пешич, Й. Ковачевич-Майкич</i> БИОГЕННАЯ НАГРУЗКА ДУНАЯ И ЕЕ ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ В СЕРБИИ.....	48
<i>Ян Кси</i> РАЗВИТИЕ ЗАКОНА ОБ ОХРАНЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (ООПТ) В КИТАЕ.....	53
<i>Ван Дин</i> О СОХРАНЕНИИ ОЗЕРНОГО ДЕЛЬФИНА И БЕСПЕРОЙ МОРСКОЙ СВИНЬИ В РЕКЕ ЯНЦЗЫ И ТЕРРИТОРИИ, СОЗДАННОЙ ДЛЯ ИХ ОХРАНЫ.....	53
<b>СЕКЦИЯ 1. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК</b>	
<i>А. А. Мурашева, Ю. С. Синица</i> ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ ВОЛГИ.....	56
<i>М. А. Запезалов</i> РОССИЙСКО-КИТАЙСКИЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАССЕЙНА РЕКИ АМУР: УНИКАЛЬНЫЙ ОПЫТ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ.....	59
<i>И. В. Семенова, В. Г. Булгаков, М. А. Запезалов, А. И. Лобов, О. И. Крутских</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ОХРАНЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД.....	62

<i>Б. М. Мезенцев</i> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД.....	64
<i>Н. И. Корочкина</i> ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И РЕКИ ОКИ В СТОРАХ Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА ЗА ПОСЛЕДНИЕ НЕСКОЛЬКО ЛЕТ.....	67
<i>А. К. Битюрин, Н. А. Бондарева, Р. Х. Измайлов, Г. А. Мишенькин</i> РЕКОНСТРУКЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАЩИТ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ПРИМЕРЕ ЗАЩИТНОЙ ДАМБЫ ОАО СРЗ «ПАМЯТЬ ПАРИЖСКОЙ КОММУНЫ».....	69
<i>В. А. Гусев, В. З. Макаров, А. Н. Чумаченко, А. В. Молочко, Д. П. Хворостухин, В. А. Затонский</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ САРАТОВСКОЙ ВОЛГИ.....	72
<i>М. Ю. Проказов, Е. В. Гофтман, В. А. Затонский</i> СТРУКТУРА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (ООПТ) В ПОЙМЕ КРУПНЕЙШИХ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ.....	75
<b>СЕКЦИЯ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И СНИЖЕНИЕ РИСКОВ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК</b>	
<i>П. Я. Бакланов, А. Б. Птицын, Г. Ц. Цыбекмитова , В. В. Ермошин, А. П. Чечель , В. П. Каракин</i> ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АМУР .....	80
<i>Г. Х. Исмайылов, Н. В. Муращенко</i> РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ И ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА БАССЕЙНА РЕКИ ВОЛГИ.....	84
<i>Д. И. Иудин, О. В. Кащенко</i> МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ.....	87
<i>Н. А. Бархатов, Е. А. Ревунова, А. Б. Виноградов</i> ГЕОМАГНИТНЫЕ БУРИ И ЭВОЛЮЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ МАГНИТНЫХ ОБЛАКОВ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА.....	90
<i>О. М. Бархатова, Н. В. Косолапова, Н. А. Бархатов</i> ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК МАГНИТОГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН.....	93
<i>В. В. Толмачёв</i> ОЦЕНКА КАРСТОВЫХ РИСКОВ КАК ОДИН ИЗ ВАЖНЫХ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КАРСТОВЫХ РЕГИОНОВ.....	96
<i>А. Б. Китаев, В. М. Носков</i> ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЕГО НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ.....	98

<i>Е. Н. Горохов, С. Я. Скворцов</i> ТЕРМО-НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ (ТНДС) ОСНОВАНИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ.....	102
<i>А. В. Иванов, В. В. Папко, Д. А. Сергеев, Ю. И. Троицкая</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ПЛОТИН.....	104
<i>В. В. Воронков, В. А. Пономарева</i> ВОДОХРАНИЛИЩЕ И ГЕНПЛАН РАЗВИТИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА. РЕШЕНИЯ И ПОТЕРИ.....	106
<i>Р. Ю. Агафонов, В. И. Костин, А. В. Иванов, М. А. Сергеичева</i> ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА.....	108
<i>А. П. Козлов, С. М. Седов</i> О НЕОБХОДИМОСТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕСХОЗЯЙНЫХ ГТС.....	109
<i>В. И. Алтунин<sup>1</sup>, М. В. Федотов<sup>1</sup>, О. Н. Черных<sup>2</sup></i> К ВОПРОСУ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ В БАСЕЙНАХ НЕРЕСТОВЫХ РЕК.....	110
<i>М. И. Косткина</i> АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРАКЦИИ В КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ.....	113
<i>С. О. Агеев, М. А. Матюгин</i> ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ ОЗЕРА СПАССКОЕ У Г. ГОРОДЦА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	117
<i>В. А. Шабанов, А. В. Шабанова</i> СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ВЕТЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	120
<i>А. В. Антипова, С. В. Симак</i> ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗАМКНУТЫХ ВОДОЕМОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА САМАРА.....	123
<i>С. В. Симак</i> БОЛЬШИЕ ПЛОТИНЫ ВОЛЖСКОГО КАСКАДА И ЧЕБОКСАРСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ.....	126
<i>Н. М. Трунов, А. М. Никаноров, И. П. Ластенко</i> ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ АВАРИЙНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КРУПНЫХ РЕК.....	129
<i>А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, И. В. Бокова</i> О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ .....	131

<i>А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, И. В. Бокова</i> ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРЕДОЧИСТКИ И ОЗОНИРОВАНИЯ.....	133
<i>А. Л. Крошилов</i> О ПРОБЛЕМАХ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ.....	135
<i>А. Л. Крошилов</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕНОСНОГО УСТРОЙСТВА ВОДОПОДГОТОВКИ.....	136
<i>А. А. Гаврилова, А. А. Дубцова</i> ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ ( <i>HIPPURHAE RHAMNOIDES L.</i> ) РАЗЛИЧНОЙ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ОЗОНИРОВАНИИ.....	138
<i>А. А. Гаврилова, А. В. Чурмасов</i> ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЙ СВЕРХМАЛОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЧ- И КВЧ- ДИАПАЗОНА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НЕКОТОРЫХ ГИДРОБИОНТОВ.....	141
<i>Ю. С. Крайнова, А. С. Жутков, С. М. Рогачева</i> ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ВОДОЕМОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.....	144
<i>Н. А. Шилова, С. М. Рогачева, М. В. Линник</i> ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ГИДРОБИОНТЫ.....	145
<i>О. С. Решетняк</i> ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УСТЬЕВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КРУПНЫХ РЕК.....	148
<i>Е. К. Никольский, М. С. Белякова</i> УГРОЗА И РИСКИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ .....	151
<i>Е. А. Забалуева, Е. К. Никольский</i> МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИЙ ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ УГРОЗ И РИСКОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ.....	152
<i>Е. К. Никольский, А. В. Чечин</i> ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ, ПОДВЕРЖЕННОЙ УГРОЗАМ ПРИРОДНЫХ НЕГАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	155
<i>Н. А. Кащенко</i> МЕТОДЫ ГЕОМАТИКИ В ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ГОРОДОВ.....	156

**СЕМИНАР**      **ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И  
БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

<i>С. В. Анисимова</i> ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ ЭМАЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ.....	158
<i>Г. В. Канаков</i> ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ.....	161
<i>Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СВАЙНЫХ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ЛИНЕЙНЫМ ОДНОРЯДНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СВАЙ.....	164
<i>И. В. Молев, А. М. Ундалов</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРЕУГОЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ ПАНЕЛИ РАДИАЛЬНО-БАЛОЧНОГО КУПОЛА.....	167
<i>Ю. Н. Раскаткин</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАВИШ <i>SDh</i> И <i>ОНР</i> ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДЕФОРМАЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	171
<i>Г. А. Шеховцов, Ю. Н. Раскаткин</i> МЕТОДИЧЕСКИЕ И КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	175
<i>Э. Ф. Кочетова</i> ОСОБЕННОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ И ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ .....	178
<i>В. Г. Лапин</i> ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ ИНДУКЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОТЯЖЁННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ .....	181
<i>Д. М. Лобов</i> УСИЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ.....	184
<i>А. В. Тихонов</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	187
<i>А. Я. Лахов</i> ВЗРЫВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА УНИКАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ.....	190
<i>В. В. Толмачёв, С. А. Махнатов, М. М. Уткин, Н. М. Шувалова</i> ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ В КАРСТОВЫХ РАЙОНАХ.....	193



<i>С. А. Махнатов , Н. М. Шувалова</i> ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ПРОЕКТА МЕТРОПОЛИТЕНА.....	196
<i>А. И. Колесов, И. А. Ямбаев, Д. А. Байков</i> ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ АКАДЕМИКА В. Г. ШУХОВА.....	200
<i>А. И. Колесов, И. А. Ямбаев, В. В. Ребров</i> СТАЛЬНОЙ ФУНДАМЕНТ ДЛЯ БАШНИИ РРЛ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ.....	203
<i>П. А. Хазов</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ СТАЛЬНОЙ ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ ПОД МОСТОВОЙ КРАН ТЯЖЕЛОГО РЕЖИМА РАБОТЫ.....	206
<i>П. А. Хазов, А. Г. Зувев</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СТАДИОНА.....	210
<i>П. А. Хазов, А. В. Михайлычева</i> ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК НА КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ.....	215
<i>А. Н. Супрун, Т. М. Вежелис, А. П. Макарьев</i> К ПРОБЛЕМЕ РАЗВИТИЯ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СООТНОШЕНИЙ РЕОНОМНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	219
<i>Н. Ю. Трянина, П. В. Туголуков</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА КРИВОЛИНЕЙНОЕ НАВЕСНОЕ ПОКРЫТИЕ СТАДИОНА.....	223
<i>А. А. Яворский, В. В. Мартос</i> ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНТРОЛЯ, НАДЗОРА И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	227
<i>А. А. Яворский, Е. А. Мордвина</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ГИДРОФОБИЗАТОРОВ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ.....	230
<i>А. А. Яворский, С. А. Смирнов, В. В. Мартос</i> МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ МОНОЛИТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ.....	233
<i>Д. И. Кислицын, Ю. А. Громов, В. Е. Хромых</i> АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ СООТВЕТСТВИЯ ПРОЕКТНЫХ ЕДИНИЦ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДАХ.....	236

**КРУГЛЫЙ СТОЛ «ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА  
И ПОТРЕБЛЕНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ»**

*В. В. Бордачев, Л. Н. Губанов, В. И. Зверева, Д. В. Бояркин,*  
РЕГИОНАЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИЯ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ  
С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ.....241

*Л. Н. Губанов*  
УТИЛИЗАЦИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ШЛАМОВ  
СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ.....244

*П. В. Макаров*  
ИНДИКАТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ОТХОДАМИ В РЕГИОНЕ ПФО.....245

*В. И. Зверева, А. Ю. Зверева*  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ  
СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ.....248

*Д. В. Бояркин*  
ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ  
В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ.....251

*И. А. Уханова*  
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ МАКУЛАТУРЫ .....253

*А. Д. Носкова*  
АНАЛИЗ СИТУАЦИИ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ  
В НИЖЕГОРОДСКОМ РАЙОНЕ ГОРОДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА.....255

*Е. П. Шуневич*  
УТИЛИЗАЦИЯ МОЛОКОПРОДУКТОВ ОТ УЧАСТКА ПРИЕМКИ МОЛОКА.....257

*А. Н. Красильникова*  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ  
И УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ.....261

*М. В. Землянова, Е. И. Вялкова*  
НОВЫЙ МЕТОД ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ  
ОСАДКОВ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....263

**ТРЕТЬЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ»**

*А. В. Лебедев*  
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ  
ПРИ СОЗДАНИИ ГОРОДЕЦКОГО КОМПЛЕКСА ТБО.....267

*Е. А. Молодкина*  
РАЗДЕЛЬНЫЙ СБОР КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД  
СОРТИРОВКИ ОТХОДОВ.....270

<i>А. К. Кузнецов</i> ПРОБЛЕМЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНЫХ ФУНКЦИЙ В ОБЛАСТИ РЫБОЛОВСТВА НА ТЕРРИТОРИИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	272
<i>А. В. Кусакин, Т. Н. Ефимова, Н. А. Щекотова</i> ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ В 2012 ГОДУ.....	274
<i>А. В. Кусакин, Т. Х. Гордеева, О. В. Малюта</i> ВЛИЯНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И РОСТ РАСТЕНИЙ.....	280
<i>В. В. Бардюк</i> ЭКОСИСТЕМНЫЙ МОНИТОРИНГ В РОССИЙСКО-КИТАЙСКОМ ТРАНСГРАНИЧНОМ КОНТЕКСТЕ.....	284
<b>СЕКЦИЯ 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ</b>	
<b><u>КРУГЛЫЙ СТОЛ</u> «СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК»</b>	
<i>Г. М. Черногаева</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК РОССИИ.....	288
<i>В. М. Шершаков, В. Г. Булгаков, С. А. Сарычев, В. С. Косых, М. А. Запезалов, Д. Р. Нечаев, И. В. Семенова</i> СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОРТИВНЫХ И ИНЫХ ОБЪЕКТОВ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР «СОЧИ-2014».....	290
<i>Л. Ю. Васильев</i> КАЧЕСТВО ВОД РЕК ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА (СЕВЕРНАЯ ДВИНА, МЕЗЕНЬ, ОНЕГА, ПЕЧОРА) В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНОГО И АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ. ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ФГБУ «СЕВЕРНОЕ УГМС» ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МАРАФОНОВ.....	293
<i>Н. В. Андриянова</i> РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МАРАФОНОВ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕГИОНА.....	296
<i>И. В. Землянов, О. В. Горелиц, П. Н. Терский, Е. В. Борщенко</i> ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДНА И БЕРЕГОВ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	300
<i>Ю. П. Переведенцев, В. В. Соколов, М. О. Френкель, М. А. Верецагин, Э. П. Наумов, К. М. Шанталинский, Н. А. Важнова</i> ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ.....	302

<i>О. В. Абрамова, О. Д. Мокеева</i> КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПО Г. НИЖНЕМУ НОВГОРОДУ В ПЕРИОД С 1998 ПО 2012 ГОДЫ.....	306
<i>С. В. Анисимов, К. В. Афиногенов, А. А. Прохорчук, В. В. Соколов</i> АЭРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЦЕНТРЕ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АРЗАМАС (ЦМС АРЗАМАС).....	308
<i>А. И. Грабовский, В. М. Варлашина, С. А. Журавлев</i> ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ГИДРОЛОГИЯ – КАЧЕСТВО ВОД СУШИ» (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. НЕВЫ).....	311
<i>М. О. Френкель, Ю. П. Переведенцев, В. В. Соколов</i> РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	314
<b>СЕКЦИЯ 4. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК</b>	
<b><u>ВТОРАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ONLINE-КОНФЕРЕНЦИЯ ВУЗОВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА</u></b>	
<b>«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ»</b>	
<i>С. В. Железнов, А. Н. Ситнов, Ю. Н. Уртминцев</i> ПРОМЫШЛЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА.....	322
<i>В. М. Безденежных</i> ФАКТОРЫ РИСКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ ПРИ ПРИСОЕДИНЕНИИ РОССИИ К ВТО НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2020 Г.....	325
<i>В. А. Нечаев</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МОРСКИХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	333
<i>А. Г. Проватар</i> ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА.....	335
<i>А. Б. Васильева</i> ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛАВНЫХ РАЗМЕРЕНИЙ СУДНА НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ В ОГРАНИЧЕННОМ ФАРВАТЕРЕ.....	337
<i>Т. В. Пилипенко</i> АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОГО ПОДТОПЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. НОВОСИБИРСКА В РАЙОНЕ НИЖНЕГО БЬЕФА НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПАВОДОК 2013 Г.....	342
<i>В. И. Сичкарёв</i> АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ УКЛОНЕНИЯ СУДНА ОТ СБЛИЖЕНИЯ С ОПАСНОЙ ВОЛНОВОЙ ЗОНОЙ.....	345

<i>М. А. Кобец</i> МЕТОД РАСЧЕТА ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОСТОЙЧИВОСТИ СУДНА ПРИ ЗАТОПЛЕНИИ ОТСЕКА. КРАТКИЕ ВЫВОДЫ.....	348
<i>В. Г. Богатырев</i> ОЦЕНКА УДАРОПРОЧНОСТИ ДВУХСТВОРЧАТЫХ ВОРОТ ШЛЮЗА.....	352
<i>И. В. Липатов, М. А. Решетников</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОДХОДНОМ КАНАЛЕ ЧАЙКОВСКОГО ШЛЮЗА.....	333
<i>В. Л. Этин, С. В. Васькин, Е. Ю. Чебан</i> НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРАВИЛ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В СФЕРЕ КЛАССИФИКАЦИИ И ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ СУДОВ.....	356
<i>А. С. Курников, Д. С. Мизгирев</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТАНОВКИ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ КАВИТАТОРОВ.....	361
<i>С. А. Ермаков, И. А. Капустин</i> ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ СЛЕДА НАДВОДНОГО СУДНА В ЗОНАХ ЦВЕТЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ.....	366
<i>В. В. Алексеев, М. А. Масуев</i> АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ДИЗЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОГО СПАСЕНИЯ ЭКИПАЖЕЙ МОРСКИХ СУДОВ.....	368
<b>СЕКЦИЯ 5. ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО БАСЕЙНОВ ВЕЛИКИХ РЕК</b>	
<i>И. В. Бердникова</i> МЕЖВЕДОМСТВЕННОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ (ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ОРГАНАМИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ И ОРГАНАМИ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ) .....	378
<i>К. В. Власов</i> ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ УПРАВЛЕНИЕМ РОСРЕЕСТРА ПО НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ УСЛУГИ «ВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ФОНДА ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА».....	381
<i>В. М. Романов, А. М. Тарарин</i> ПРОБЛЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ .....	385
<i>Е. К. Никольский, А. В. Чечин</i> БАЗА ДАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГИС «МЕГАПОЛИС».....	387

<i>Е. В. Самохвалова</i> АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ОЦЕНКИ ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ И ФОРМИРОВАНИЯ КАДАСТРА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	388
<i>С. В. Еруков, А. Л. Мясников, Т. И. Шкидина</i> ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СО СТЕРЕО-ВАРИО ЭФФЕКТАМИ НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕГО НОВГОРОДА.....	391
<i>В. П. Сухомлин</i> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (РАЙОНА).....	394
<i>Е. А. Забалуева</i> МЕТОДЫ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ОЦЕНКЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЗОНЫ ГОРОДА КСТОВО НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	397
<i>Н. Н. Горохова</i> О ПОЧВАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....	399
<i>А. Г. Горохова</i> ОЦЕНКА ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ.....	401
<i>А. Ж. Калиев, А. Г. Дамрин</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЙОНЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ДЛЯ ПОСТАНОВКИ НА КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ.....	402
<i>Е. К. Никольский, А. С. Коротин</i> ПРОЕКТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БАСЕЙНА РЕКИ КУДЬМЫ.....	406
<b>СЕКЦИЯ 6. ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ В БАСЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК</b>	
<i>И. Ф. Вольфсон</i> ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЭКОЛОГИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ XXXIV СЕССИИ МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОНГРЕССА).....	410
<i>Т. Ф. Мамонов</i> ВЛИЯНИЕ ПОДЪЕМА ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ДО НПУ 68 М НА АКТИВИЗАЦИЮ КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В МЕЖДУРЕЧЬЕ РЕК ОКИ И ВОЛГИ.....	415
<i>М. М. Уткин</i> ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ДИАМЕТРЫ КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ, ОПРЕДЕЛЁННЫХ РАСЧЁТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ Г. М. ТРОИЦКОГО.....	418

<i>Р. Б. Давыдько</i> НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ КАРСТОПРОЯВЛЕНИЙ НА ОПОРНОМ УЧАСТКЕ СЕВЕРНЕЕ П. ЖЕЛНИНО (Г. ДЗЕРЖИНСК).....	421
<i>С. Е. Колосов, Д. И. Зотов</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	425
<i>Э. Г. Рудченко</i> ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕССОВИДНЫХ СУГЛИНКОВ НИЖНЕГО ГОРИЗОНТА В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ.....	428
<i>Э. В. Пигулевский</i> ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОПЕРАТОРОВ ТОЖДЕСТВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СПИНОВЫМИ МАТРИЦАМИ.....	430
<i>Э. В. Пигулевский</i> ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА МЕСТА В БАЗИСЕ ОПЕРАТОРОВ ТОЖДЕСТВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ .....	433
<i>Е. Ю. Петров, О. Н. Княгина, Д. А. Липшиц, Л. Б. Марахова, Ю. А. Никитина</i> ОРГАНИЗАЦИЯ НАДЗОРА ЗА КАЧЕСТВОМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В Г. Н. НОВГОРОДЕ И НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ. ИТОГИ 2012 ГОДА И ЗАДАЧИ НА 2013 ГОД.....	437
<i>Т. А. Никитина, Е. А. Зяблов, С. К. Сиволапов</i> АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СЕЛЬСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИЗ ИСТОЧНИКОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПОЙМЕ Р. ВОЛГИ И ЕЕ ПРИТОКОВ В ЛЫСКОВСКОМ РАЙОНЕ.....	439
<i>Т. В. Осипова, И. Г. Карачкин, С. А. Фадеева, Л. А. Егерева, К. С. Белостоцкий, Л. А. Бирюкова</i> ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРИРОДНЫЙ И АНТРОПОГЕННЫЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОДОИСТОЧНИКОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	442
<i>Е. Ю. Петров, О. Н. Княгина, Д. А. Липшиц, Л. Б. Марахова, Ю. А. Никитина</i> ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО УСЛОВИЯМИ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	443
<i>Т. Ю. Феклина, Л. В. Подкопаева, И. Н. Коростелева, О. В. Парахина, Г. Н. Мухина, Н. К. Ершова</i> СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ВОДАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.....	446

**ПРИВЕТСТВИЯ УЧАСТНИКАМ МЕЖДУНАРОДНОГО  
НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «ВЕЛИКИЕ РЕКИ'2013»**

**Губернатор Нижегородской области,  
Председатель Оргкомитета форума  
«Великие реки–2013»**

**В. П. ШАНЦЕВ**



*Дорогие друзья!*

*Чем активнее развивается человечество, тем актуальнее становится вопрос рационального использования водных ресурсов! Исторически все крупнейшие города мира возникали у водных артерий. Вот и Нижний Новгород был основан на слиянии двух великих рек – в месте, куда стекались мировые торговые потоки, а сегодня, благодаря Международному научно-практическому форуму «Великие реки», объединяются теоретические и практические достижения в сфере природопользования.*

*Мне очень приятно, что традиционно в мае на Нижегородской ярмарке собираются самые авторитетные эксперты со всего мира, представляются перспективные технологии, стоящие на страже экологической безопасности, а значит, и комфортного существования людей. Ведь природа не знает политических границ, а от количества и качества воды в реках и озерах напрямую зависит будущее всего человечества! Число участников форума «Великие реки» растет год от года и уже измеряется сотнями организаций из десятков стран. Несомненно, этот рост является показателем актуальности, востребованности и авторитета форума, признанного во всем мире.*

*За годы своего существования научно-практический форум «Великие реки» превратился в ведущую мировую площадку для обсуждения тем экологии и водных ресурсов.*

*От всей души желаю гостям и участникам Форума–2013 плодотворной работы и новых открытий и достижений, которые сделают нашу жизнь безопаснее, а самих нас – ближе к природе.*



**Советник Президента  
Российской Федерации,  
специальный представитель  
Президента Российской Федерации  
по вопросам климата**

**А. И. БЕДРИЦКИЙ**



*Уважаемые участники Форума!*

*Бережное отношение к природным ресурсам, охрана окружающей среды, смягчение антропогенного воздействия на климатическую систему – важнейшие проблемы современности, которые нужно решать не только в Год охраны окружающей среды.*

*Сложившаяся сегодня структура производства и потребления, существующий и прогнозируемый дефицит природных ресурсов, изменения в глобальной экономике диктуют необходимость формирования новых подходов развития, в которых экономический рост не будет иметь негативных последствий для окружающей среды. При этом фундаментом новых концепций выступают «зеленые» технологии и экологически чистая энергетика, основанная на использовании возобновляемых источников энергии.*

*По обеспеченности гидроэнергетическими ресурсами Россия занимает второе место в мире – на ее территории сосредоточено около 9 % мировых запасов гидроэнергии. Свыше 17 % электроэнергии в стране вырабатывается с использованием гидроресурсов (с учетом ГЭС мощностью свыше 25 МВт). Роль гидроресурсов в развитии низкоуглеродной экономики в России, в повышении уровня и качества жизни будет только возрастать.*

*Форум «Великие реки» вот уже пятнадцать лет является авторитетной площадкой для обсуждения актуальных вопросов охраны окружающей среды, гидрометеорологической и энергетической безопасности бассейнов крупных рек, вносит свой вклад в лучшее понимание принципов устойчивого развития и их реализацию, способствуя социально-экономическому росту и экологической устойчивости стран.*

*Желаю участникам пятнадцатого Форума успешной работы.*

**Министр природных ресурсов  
и экологии Российской Федерации**

**С. Е. ДОНСКОЙ**



*Уважаемые участники и гости Форума!*

*Приветствую Вас от имени Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации!*

*Международный научно-промышленный форум «Великие реки-2013» имеет большое значение для формирования экологической культуры в нашей стране.*

*Сохранение биоразнообразия рек, озер, водохранилищ и морей заслуживает особенного внимания как основополагающее условие продолжения жизни на Земле, тем более что наша страна является одной из наиболее водообеспеченных стран мира. Объем возобновляемых водных ресурсов России составляет свыше 4000 км<sup>3</sup>.*

*Забота о чистоте окружающей среды, рациональное водопользование, защита экосистем и качества воды, регулярное проведение мониторинга способствуют сохранению здорового климата и чистой окружающей среды, стимулируют развитие экономики, дают импульс модернизации промышленности, повышению энергоэффективности, гидрометеорологической и экологической безопасности.*

*Все это составляет основу стабильности государства, благоприятно влияет на качество и продолжительность жизни людей.*

*Поздравляю организаторов, участников и гостей Форума с его открытием! Желаю плодотворной работы и расширения взаимовыгодного сотрудничества!*

**Председатель Комитета  
Государственной Думы  
по энергетике**

**И. Д. ГРАЧЕВ**



*От Комитета Государственной Думы по энергетике и от себя лично  
приветствую участников, организаторов 15-го Международного научно-  
промышленного форума «Великие реки–2013»!*

*За годы существования проект доказал свою эффективность  
в решении проблем энергетической, экологической и гидрометеорологической  
безопасности.*

*Ежегодно форум собирает ведущих специалистов в области экологии и  
энергетики, представителей бизнеса и органов власти.*

*Решения, принимаемые на Международном научно-промышленном форуме,  
служат базой для важнейших российских и международных экологических проектов.*

*Вам предстоит обсудить целый ряд вопросов, касающихся социально-  
экономического развития России, сохранения окружающей среды,  
энергетической и гидрометеорологической безопасности.*

*Уверен, что выработанные в ходе дискуссий  
идеи и рекомендации послужат основой для принятия важнейших решений в  
области повышения уровня энергетической и экологической безопасности  
Российской Федерации.*

*Желаю всем – и участникам, и организаторам Форума – в эти дни успешного  
и полезного общения, а в дальнейшем – реализации новых возможностей на  
политическом, деловом, профессиональном и общественном уровнях.*

**Президент Российского  
геологического общества**

**В. П. ОРЛОВ**



*Дорогие коллеги! Друзья!*

*От имени Президиума Исполкома Российского геологического общества (РОСГЕО) и от себя лично сердечно поздравляю с открытием юбилейного 15-го Международного форума «Великие реки-2013».*

*Знаменательно, что Форум проходит в год 150-летия со дня рождения нашего великого соотечественника, естествоиспытателя, мыслителя и общественного деятеля Владимира Ивановича Вернадского.*

*Сейчас отчетливо ясно, что центральной идеей творчества этого крупнейшего русского ученого является единство планеты Земля, ее биосферы и человека. Мировую известность В. И. Вернадскому принесли труды, ставшие основой новых научных направлений в геологии, геохимии, биохимии, экологии.*

*Геологическая общественность широко отмечает эту знаменательную дату во всех регионах страны, и нынешний Форум, развивая идеи В. И. Вернадского, показывает, насколько уязвимо человечество из-за природных катаклизмов. Только сочетание разумного природопользования и экологического самосознания позволяет минимизировать развитие и последствия опасных геологических и экологических процессов.*

*Геологи России прекрасно сознают, что из всего спектра полезных ископаемых, используемых человечеством, самое ценное – природная вода, которая вкупе с водами великих рек является животворной силой, дающей жизнь всей биоте Земли.*

*Желаю Форуму успешной и плодотворной работы.*

**Руководитель Федеральной службы  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды**

**А. В. ФРОЛОВ**



*Уважаемые участники и гости форума «Великие реки -2013»!*

В 15-й раз Росгидромет приглашен на одно из самых масштабных и значимых мероприятий, посвященных вопросам устойчивого социально-экономического развития территорий в бассейнах великих рек.

«Изюминкой» этого Форума будет проведение Верхне-Волжским УГМС совместно с заинтересованными организациями и общественностью экологического марафона. Его целью будет экспресс-анализ качества поверхностных вод, атмосферного воздуха и уровней радиационных показателей в городах Нижний Новгород, Арзамас, Саров и в бассейнах рек Оки и Ветлуги.

На основе полученных комплексных наблюдений будет подготовлена и представлена на завершающем этапе Форума оперативная информация о текущем качестве окружающей природной среды Нижегородской области.

Думается, что интерес участников Форума вызовет выставочная экспозиция Росгидромета «Гидрометеорология для человека и развития экономики», а также информация о подготовке к проведению в ноябре 2013 года в г. Санкт-Петербурге VII Всероссийского гидрологического съезда.

Хочу отметить, что все мероприятия, подготовленные Росгидрометом в рамках 15-го Форума «Великие реки-2013», являются одним из наших вкладов в программу всероссийских и региональных мероприятий, посвященных проведению в 2013 году в Российской Федерации Года охраны окружающей среды.

Желаю участникам Форума новых впечатлений, интересных встреч и профессиональных успехов!

**Руководитель Федерального агентства  
водных ресурсов**

**М. В. СЕЛИВЕРСТОВА**



*Уважаемые организаторы, участники и гости 15-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки»!*

*От имени Федерального агентства водных ресурсов приветствую организаторов, участников и гостей 15-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2013», проходящего в год, объявленный в Российской Федерации Годом охраны окружающей среды!*

*Вопросы рационального использования водных ресурсов, минимизации негативного воздействия на экосистемы водных объектов, охраны и оздоровления окружающей среды с каждым годом приобретают все большее значение. Решение этих важнейших задач напрямую зависит от конструктивного межрегионального и международного сотрудничества, консолидации усилий органов государственной власти, местного самоуправления, представителей научных, промышленных кругов и общественных организаций.*

*Одной из основных целей социально-экономического развития нашей страны является устойчивое водопользование при сохранении водных экосистем и обеспечение безопасности населения и объектов экономики от негативного воздействия вод. Эффективным инструментом ее достижения должны стать региональные целевые программы в области использования и охраны водных объектов, реализуемые в рамках ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах».*

*Предстоящий Форум предоставляет возможность обсуждения водохозяйственных проблем и задач по реализации мероприятий, предусмотренных Федеральной целевой программой; ознакомления с новыми разработками и технологиями, инновационной продукцией, способствующими улучшению качества водных ресурсов; поиска новых подходов, направленных на решение экологических проблем водных объектов.*

*Желаю всем участникам и гостям форума плодотворной работы, научных открытий, новых решений и успехов в профессиональной деятельности!*

**Генеральный директор  
ФГУ «Российский Речной Регистр»**

**Е. Г. ТРУНИН**



*Уважаемые организаторы, участники и гости Международного научно-промышленного форума «Великие реки!»*

*Постоянно участвуя, начиная с 2001 года в форуме «Великие реки», Российский Речной Регистр с полным основанием может заявить, что Форум является исключительной по значимости и возможностям площадкой для обсуждения и решения проблем, связанных с устойчивым развитием бассейновых и прибрежных территорий, с развитием инфраструктуры транспортного комплекса России, с обеспечением безопасности судоходства и возрождением судостроения.*

*Российскому Речному Регистру вдвойне приятно и почетно участвовать в форуме «Великие реки-2013», так как 2013 год – это год 100-летнего юбилея Русского Регистра, год подведения итогов этапа большого пути, год формирования новых задач на перспективный период – период масштабных развивающихся интеграционных процессов в рамках Россия – Западная Европа, Россия – Мировое Сообщество, когда от классификационного общества требуется поднять на новый уровень качество технического наблюдения по обеспечению безопасности судоходства и экологической безопасности; совершенствовать нормативную базу, гармонизированную с международными требованиями; активно содействовать в реализации задач государственного масштаба по созданию эффективной системы управления безопасностью на речном транспорте.*

*Ориентируясь на решение важных задач, на выпуск новейшей техники, Российским Речным Регистром к классификационной деятельности всегда привлекались известные ученые, талантливые инженеры, опытные практики, которые вели исследовательские изыскания, испытывали опытные образцы, участвовали в разработке Правил.*

*Уверен, что встречи на форуме позволят нам расширить круг специалистов, заинтересованных в деятельности Российского Речного Регистра, и предоставят уникальные возможности для всестороннего и широкого обсуждения проблем, представляющих взаимный интерес.*

*Желаю всем участникам и гостям успешной и интересной работы!*

**Генеральный директор  
Всероссийского  
ЗАО «Нижегородская ярмарка»**

**В. Н. БАРУЛИН**



*Уважаемые участники и гости 15-го Международного форума «Великие реки»!*

*За время проведения научно-промышленного форума, посвященного проблемам устойчивого развития бассейнов великих российских рек, Нижегородская ярмарка собрала на своей площадке в общей сложности более семи тысяч предприятий и организаций из 54 стран мира. Все эти годы форум вносил большой вклад в реализацию социально значимых проектов, а его ежегодные итоговые резолюции учитывались при разработке таких законов Российской Федерации, как закон «Об экологической культуре», «О государственной политике в области экологического образования», «О государственном регулировании образования в области экологии».*

*Удачное сочетание в одном формате выставочной и конгрессной частей позволило форуму «Великие реки» не только освещать вопросы экологии, природопользования и энергосберегающих технологий, но и широко демонстрировать отечественные и зарубежные достижения в этих сферах. Востребованность форума и постоянное насыщение его программы новыми перспективными мероприятиями является главным доказательством значимости и высокой продуктивности нашего проекта.*

*От всей души поздравляю всех участников и гостей с началом работы юбилейного форума «Великие реки», желаю самого плодотворного общения и достижения всех намеченных целей!*



**Научный руководитель конгресса  
15-го Международного  
научно-промышленного форума  
«Великие реки–2013»,  
ректор Нижегородского государственного  
архитектурно-строительного университета,  
заведующий кафедрой ЮНЕСКО,  
чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, профессор**

**Е. В. КОПОСОВ**



*Уважаемые участники и гости 15-го Международного научно-промышленного  
форума «Великие реки»!*

*Проект, стартовавший в 1999 году, стал одним из наиболее значимых и масштабных событий в сфере эффективной политики устойчивого развития регионов в бассейнах великих рек.*

*В этом году Форум проводится в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 10 августа 2012 года № 1157 «О проведении в Российской Федерации Года охраны окружающей среды», Распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2012 года, Йоханнесбургским планом, Повесткой дня на XXI век, а также в соответствии с программными документами, принятыми Президентом, Правительством Российской Федерации, международной конференцией ООН в Копенгагене, Федеральной целевой программой «Чистая вода», а также в рамках объявленных ООН мероприятий и памятных дат. Это лишний раз подтверждает статус Форума как значимого события в политической, экономической и социальной жизни россиян.*

*Ведущая тема юбилейного Форума – бассейны великих рек в условиях глобального изменения окружающей среды. Обеспечение безопасности и инновационного развития регионов – тема актуальная не только для Нижегородской области, но и в целом для всего цивилизованного сообщества.*

*Стало традицией, что на Форум собираются представители экологических организаций, федеральных органов исполнительной власти, депутаты Государственной Думы РФ, главы муниципальных образований, представители науки, промышленных предприятий.*

*Насыщенность научного конгресса Форума постоянно растет. Программа научного конгресса Форума включает в себя 12 секций, 3 семинара, 4 конференции, в т. ч. студенческую научную конференцию, 5 круглых столов и фестиваль «Сохранение народных художественных промыслов и ремёсел как национального культурного достояния народов мира». Пройдет расширенное заседание Президиума Нижегородского отделения РАЕН.*

*В работе научного конгресса примут участие ученые из России, Китая, Германии, Нидерландов, Сербии, Австрии, Франции и других стран.*

*Форум – отличная площадка для сотрудничества и дискуссий. Убежден, что вместе мы сможем выработать комплекс конкретных мер по решению проблем экологической безопасности, призванных обеспечить устойчивое развитие городов в бассейнах крупных рек, и скоординировать усилия по решению экологических вопросов одной из величайших рек мира.*

*Желаю Вам плодотворной и успешной работы в дни Форума, установления долгосрочных деловых контактов!*

1





**РЕЗОЛЮЦИЯ**  
**НАУЧНОГО КОНГРЕССА ФОРУМА «ВЕЛИКИЕ РЕКИ-2013»**  
**«БАССЕЙНЫ ВЕЛИКИХ РЕК В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ**  
**ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ИННОВАЦИОННОГО**  
**РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ»**

**Участники форума,**

**основываясь** на приоритетах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, на Указе Президента Российской Федерации «О проведении в Российской Федерации Года охраны окружающей среды» в 2013 году, на стратегических направлениях деятельности ООН и ЮНЕСКО, в частности Среднесрочной стратегии деятельности ЮНЕСКО на 2008–2013 гг., объявленных ООН Международного десятилетия программы «Вода для жизни» (2005–2015 гг.), «Образование в интересах устойчивого развития (2005–2014 гг.)», Международного десятилетия биоразнообразия (2011–2020 гг.), Международное десятилетие сближения культур (2013–2022 гг.) и провозглашенного резолюцией ООН Международного года сотрудничества в области водных ресурсов,

**отмечая** исключительную важность обеспечения устойчивого экологически безопасного и энергоэффективного инновационного развития в условиях глобального изменения климата,

**высоко оценивая** содержательную часть научного конгресса форума, его презентационной части и дискуссионного блока,

**постановили:**

■ В рамках реализации приоритетных направлений государственной политики в области охраны окружающей среды признать особую важность охраны и рационального использования водных ресурсов – ключевой стратегической составляющей устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации.

■ С учетом современных глобальных тенденций изменения климата, состояния окружающей среды и мирового экономического развития следует подчеркнуть, что инновационная модель развития для Российской Федерации является безальтернативной перспективой, которая при реализации на федеральном и региональном уровнях будет способствовать переходу к устойчивому экологически безопасному развитию.

■ Поддерживать принцип приоритетности образования как основы практического перехода цивилизации к устойчивому развитию.

■ Признать необходимость повышения эффективности системы переподготовки и повышения квалификации руководителей и специалистов-экологов предприятий и организаций, а также работников исполнительной и законодательной власти субъектов Российской Федерации и местного самоуправления по вопросам экологической безопасности и управления качеством окружающей среды.

■ Признать необходимым организацию обучения руководителей органов исполнительной власти регионального уровня и местного самоуправления по вопросам экологической безопасности и управления качеством окружающей среды.

■ Рекомендовать при конкретизации предусмотренных Законом «Об образовании в Российской Федерации» структурно-содержательных аспектов развития профессионального образования предусмотреть реализацию задач традиционного

отечественного специалитета в рамках практико-ориентированной магистратуры (прикладной магистратуры) на базе бакалавриата. Считать приоритетной задачей подготовку специалистов инженерного профиля по управлению водным хозяйством, управлению обращения с отходами производства и потребления и другим актуальным направлениям экологической безопасности.

■ Считать целесообразным активное привлечение научного потенциала вузов страны к решению проблем экологической безопасности и энергоэффективности, оценке рисков, обусловленных природно-техногенными процессами и явлениями, и разработке инновационных методов и технологий, способствующих переходу к устойчивому развитию. Реализация данного направления на базе созданных технологических платформ позволит значительно повысить качество подготовки специалистов в области инженерно-технических наук и системы управления.

■ Подчеркнуть необходимость активизации процесса разработки нормативной документации, определяющей взаимодействие научных, образовательных и производственных организаций в РФ.

■ Учитывая значительные масштабы ущерба, наносимого опасными геологическими процессами (ОГП) народному хозяйству страны и создающими угрозу жизни населения, рекомендовать территориальным органам исполнительной власти создание организационных структур, включающих функции по разработке программ мониторинга ОГП, планированию мероприятий по предотвращению их негативных воздействий и реализации этих мероприятий, обеспечив указанным структурам необходимыми объемами финансирования. Подчеркнуть необходимость создания исследовательских полигонов по изучению опасных геологических процессов.

■ Подчеркнуть необходимость корректировки и строгого контроля исполнения положений Водного кодекса РФ с учетом национальных интересов, а также важность планомерной реализации Водной Стратегии страны, являющихся основой управления водохозяйственным комплексом, и направленных на обеспечение устойчивости его развития, включая охрану водных объектов и природных комплексов речных бассейнов.

■ В целях совершенствования системы финансирования природоохранных мероприятий обратиться к Правительству Российской Федерации с предложением восстановить целевые экологические фонды и разработать закон об обязательном экологическом страховании.

■ Подчеркнуть важность завершения работы и принятия Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации Федерального закона по «Особо охраняемым природным территориям (ООПТ)», предусмотреть в нем четкое определение «Биосферный заповедник» как особой категории ООПТ с учетом рекомендаций ЮНЕСКО, условия создания и обеспечения функционирования в его пределах трех зон (ядро, буферная зона, зона сотрудничества).

■ Принимая во внимание сложную экологическую ситуацию в бассейне Волги, просить Правительство РФ в 2013 году рассмотреть предложения по разработке и реализации экологических инноваций и модернизации действующих технологий для обеспечения устойчивого развития Волжского бассейна. При участии всех заинтересованных организаций, включая биосферные заповедники, кафедры ЮНЕСКО, региональные отделения Русского географического общества и институты РАН, вузы и научно-производственные объединения, подготовить для утверждения в Правительстве «Дорожную карту для реализации Стратегии сохранения и восстановления биологического, водно-ресурсного, рыбохозяйственного и ландшафтно-рекреационного потенциала бассейна Волги». В последующем, после необходимых согласований, считать целесообразным направить данный документ в качестве заявки на проведение международного проекта в секретариаты ЮНЕСКО, Межправительственные платформы по биоразнообразию и экосистемным услугам и в Глобальный экологический фонд.

■ Учитывая успешность осуществления Программы Бюро ЮНЕСКО в Москве и компании «Кока-Кола ЭйчБиСи Евразия» – «Живая Волга» и реализацию в Республике

Татарстан принципов «Хартии Земли» («The Earth Charter») на всех уровнях образования, рекомендовать Общественной палате Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации провести обсуждение полученных результатов с перспективой расширения их использования во всех регионах бассейна Волги. Для реализации данных мероприятий предусмотреть создание при Общественной палате Координационного центра по устойчивому развитию бассейна Волги.

■ Подчеркнуть важность формирования единой системы управления в области повышения энергетической безопасности и энергоэффективности российской экономики, обеспечивающей эффективное взаимодействие научного сообщества, органов исполнительной власти, хозяйствующих субъектов и населения.

■ Считать проблему переработки твердых бытовых отходов важнейшей экологической, санитарно-эпидемиологической и социально-экономической задачей, решение которой является одним из приоритетных направлений обеспечения устойчивого развития территорий. Особое внимание рекомендуется уделить созданию эффективных систем сбора и переработки отходов, содержащих опасные вещества, а также формированию нормативно-законодательной базы по утилизации, переработке и вторичному использованию отходов.

■ При вынесении окончательного решения по вопросу подъема уровня Чебоксарского водохранилища необходимо учесть результаты экспертных оценок, а также общественных слушаний, проведенных в 2012–2013 гг., выводы межрегиональной научной конференции «Проблемы Чебоксарского водохранилища», проходившей 4–5 апреля 2013 года в Институте прикладной физики РАН, которые свидетельствуют о недопустимости повышения уровня водохранилища. С учетом этого необходимо поддержать позицию органов государственного управления Нижегородской области и Республики Марий Эл и обратиться к Президенту и Правительству Российской Федерации с просьбой принять решение о сохранении уровня Чебоксарского водохранилища на существующей отметке НПУ 63 м.

■ Отметить, что для получения достоверной и оперативной информации о состоянии и загрязнении окружающей среды в районах, не охваченных стационарными пунктами наблюдений, необходимы комплексные исследования с использованием современных средств измерений и технологий. Рекомендовать опыт Росгидромета в организации и проведении Экологических марафонов в Нижегородской области для использования в субъектах Российской Федерации в качестве инструмента для получения информации о состоянии и загрязнении окружающей среды, привлечения внимания органов исполнительной власти и субъектов Российской Федерации к наиболее острым экологическим проблемам для определения путей их решения.

■ Считать необходимым разработку и утверждение Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации методических рекомендаций по осуществлению мониторинга дна и берегов водных объектов.

■ Поддерживать инициативу Росгидромета по проведению в 2013 году VII Всероссийского гидрологического съезда и обратиться ко всем заинтересованным ученым и специалистам в области гидрологии, водного хозяйства и смежных областях с предложением принять в нем активное участие.

■ Подчеркнуть особую актуальность создания геоинформационных систем различной тематической направленности для повышения эффективности анализа пространственно распределенных данных, а также необходимость расширения использования методов дистанционного зондирования для решения задач национального хозяйства.

■ Считать необходимым восстановление структур по инженерной защите городских территорий и береговой защиты как значимых функциональных элементов в системе управления урбанизированными и прибрежными территориями, обеспечивающих безопасность населения, объектов, коммуникаций и инфраструктуры жизнеобеспечения.

- Поддержать инициативу создания и развития сети молодежного экологического мониторинга как дополнительной системы наблюдения за экологическим состоянием природных объектов в городской и сельской местности, которую также следует рассматривать как действенный метод экологического образования молодежи и инструмент реализации права на достоверную информацию о качестве окружающей среды.
- Признать кластерный подход к организации транспортно-логистических комплексов в бассейнах великих рек наиболее эффективным для развития транспортных систем регионов, имеющих доступ к внутренним водным путям.
- Подчеркнуть, что вопрос сохранения объектов культурно-исторического наследия является важнейшим аспектом управления территориями речных бассейнов с точки зрения обеспечения их устойчивого развития. Поэтому разработка и реализация социально-экономических и технологических программ, проектов и мероприятий всех уровней должны сопровождаться научно-обоснованными мерами, обеспечивающими сохранение объектов культурно-исторической среды.
- Подчеркнуть необходимость в полной мере соблюдать режимы и регламенты, установленные для зон охраны объектов культурного наследия (ОКН) и исторических территорий, а также активизировать разработку проектов охранных зон ОКН.
- Учитывая, что в Нижнем Новгороде сохранились уникальные объекты деревянной застройки, отражающие самобытность древнего купеческого города, предложить органам государственной и муниципальной власти разработать соответствующую концепцию системы управления ремонтно-реставрационными работами с обеспечением их необходимым финансированием.
- Рекомендовать Управлению государственной охраны ОКН соответствующим образом реагировать на решения Инвестиционного и Градостроительного советов Нижегородской области, нарушающие установленные режимы и регламенты охраны ОКН.
- Рекомендовать Правительствам субъектов Российской Федерации включить в критерии оценки деятельности органов местного самоуправления санитарное состояние малых рек.
- Поддержать инициативу Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» о ежегодном участии в рамках Международного научно-промышленного форума «Великие реки» в виде отдельной секции «Русское географическое общество – инновационная площадка для диалога науки, образования и власти в интересах устойчивого развития территорий» и обратиться ко всем заинтересованным лицам в области науки, образования, исполнительной и законодательной власти, бизнеса принять в ней активное участие.
- Подчеркнуть необходимость проведения публичных мероприятий с участием представителей власти, органов местного самоуправления, объединениями граждан, ученых и специалистов при разработке проектов развития туризма в рамках регионального туристского кластера.
- Продолжить работы по вовлечению регионального туристского кластера в российские и зарубежные программы (включая образовательные программы).
- Признать важность взаимодействия международного сообщества в вопросах сохранения и развития народных художественных промыслов как национального культурного достояния народов мира.
- Поддержать предложения создания международной ассоциации «Народные художественные промыслы» с аккредитацией в Нижнем Новгороде и присвоения городу Нижний Новгород статуса «Столица народных художественных промыслов России».

*Принято на заключительном пленарном заседании  
научного конгресса форума 18 мая 2013 г.*



## RESOLUTION

### OF THE “GREAT RIVERS-2013” FORUM SCIENTIFIC CONGRESS “GREAT RIVERS BASINS IN CONDITIONS OF GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGES. ENSURING SAFETY AND INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE REGIONS”

#### *The participants of the forum,*

**taking into account** priorities of the State policy in the field of ecological development of the Russian Federation up to 2030, the Decree of the President of the Russian Federation “About the Year of environment protection in the Russian Federation” in 2013, the UN and UNESCO strategies, including the UNESCO medium-term activities for 2008-2013, the UN-declared International Decade for Action “Water for Life” (2005-2015) and “Education for Sustainable Development” (2005-2014), International Decade for Biodiversity (2011-2020), International Decade for the Rapprochement of Cultures (2013-2022), and UN International Year of water cooperation,

**underlining** special importance to ensure sustainable, ecologically safe and energy effective innovative development under conditions of climate global change,

**highly evaluating** the contentive part of the scientific congress of the forum, its presentational part and discussion block

#### *have decided:*

■ In view of the priorities of the State policy in the field of environment protection, to recognize the special importance of water resources protection and rational use as a key strategic component of the sustainable socio-economic development of the Russian Federation.

■ In view of the current global climate change, state of the environment and trends of the world economic development, to consider the innovational model of the Russian Federation development the only alternative, which having been realized on the federal and regional levels would facilitate transition to sustainable, ecologically safe development.

■ To support the principal of priority of education as the basis of the civilization practical transition to the sustainable development.

■ To recognize the necessity of improving efficiency of the system of advanced training of managers and ecologists of enterprises and organizations, as well as officials of executive and legislative power of the subjects of the Russian Federation and local authorities on ecological safety and environment quality management.

■ To consider it necessary to organize training of the managers of the executive power of the regional and local level on ecological safety and environment quality management.

■ To recommend to make provisions for including traditional national specialties into the practice-oriented Master courses (applied Master courses) organized on the basis of Bachelor courses during defining structural and conceptual aspects of development of professional education stipulated by the Law “About education in the Russian Federation”. To consider training of engineers in water management, industrial and domestic waste treatment, and in other important fields of ecological safety a first-priority task.

■ To consider it expedient to attract more actively the scientific potential of Russian universities for solving problems of ecological safety and energy efficiency, assessment of risks caused by natural and technogenic processes and phenomena, as well as for working out innovative methods and technologies facilitating transition to the sustainable development. Realization of the above on the basis of the developed platforms will permit to



improve the quality of education of specialists in the fields of engineering sciences and management.

- To underline the necessity of making the process of development of normative documents, specifying interaction of scientific, educational and industrial entities in the Russian Federation, more active.

- In view of the considerable damages caused by dangerous geologic processes (DGP) to the country's economy, which threaten the life of population, to recommend to the territorial bodies of executive power to form organizational structures possessing functions of developing DGP monitoring programmes, planning and implementing negative impact preventive measures, and provide sufficient financing for the above bodies. To underline the necessity of constructing research grounds to study dangerous geologic processes.

- To underline the necessity of correction and strict control for the implementation of the provisions of the Water Code of RF adjusted to the national interests, as well as the importance of systematic fulfillment of the country's Water Strategy, being the basis of the water complex management, aimed at its sustainable development, including protection of water bodies and nature complexes of river basins.

- For the purpose of improvement of the financing system of nature protection measures to address to the Government of the Russian Federation with a suggestion to reestablish target ecological funds and issue a law about compulsory ecological insurance.

- To underline the necessity to complete the work on and accept a Federal law regarding protected natural territories (PNT) by the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation, that will give a clear definition of a "Biosphere reserve" as a PNT of special category that meet UNESCO recommendations, and provide for the conditions of creation and functioning of its three zones (core area, buffer zone, area of cooperation).

- Taking into consideration a complicated ecological situation in the Volga basin, to ask the Government of RF in 2013 to study suggestions on development and implementation of ecological innovations and modernization of existing technologies to ensure sustainable development of the Volga basin. With participation of all stakeholders, including biosphere reserves, UNESCO Chairs, regional branches of the Russian Geographic Society and RAS institutes, universities and scientific production associations, to prepare a road map of implementation of the strategy of preservation and rehabilitation of biological, water, fishery and landscape-recreational potential of the Volga basin. Then, after required approvals, to consider it expedient to send this document to the UNESCO Secretariat, Intergovernmental platforms on biodiversity and ecological system services, and Global Ecological Fund as an application for an international project.

- Recognizing successful implementation of the "Live Volga" programme launched by the UNESCO office in Moscow in collaboration with the Coca-Cola HBC Eurasia company and realization of the Earth Charter principles in the Republic of Tatarstan on every level of education, to recommend the Civic Chamber of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation to discuss the obtained results with a prospect of their application in all regions of the Volga basin. For this purpose to establish a Coordinating centre for sustainable development of the Volga basin at the Civic Chamber.

- To underline the importance of forming a uniform system of management in the field of energy safety and efficiency of the Russian economy that ensures effective interaction of the scientific community, executive power, legal entities and population.

- To consider domestic solid waste treatment the most important ecological, sanitary-epidemiologic and socio-economic task the solution of which is one of the priority directions ensuring sustainable development of the territories. Special attention should be paid to the establishment of efficient systems of collection and treatment of wastes containing hazardous matters, as well as formation of normative-legislative base on waste disposal, treatment and recycling.

- When making final decision on the Cheboksary reservoir water level issue, expert opinions, results of public hearings held in 2012-2013, outcomes of the interregional scientific conference "Problems of the Cheboksary reservoir" that took place on April 4-5, 2013 in the RAS Institute of applied physics should be taken into account, which justify inadmissibility of

reservoir water level raising. In view of this, it is important to support the position of the Governments of the Nizhny Novgorod region and Republic of Mari El and appeal to the President and Government of the Russian Federation with a request to leave the Cheboksary reservoir water on the existing level of 63 m.

- To underline that to receive reliable and prompt information about the condition and pollution of the environment in the regions not equipped with stationary observation stations, it is necessary to conduct complex researches using modern measuring tools and technologies. To recommend the experience of Roshydromet in organizing ecological marathons in the Nizhny Novgorod region for application in the subjects of the Russian Federation to gain information about the condition and pollution of the environment, to draw attention of the executive power and subjects of the Russian Federation to most urgent ecological problems for finding ways of their solution.

- To consider it necessary to develop and approve methodical recommendations on monitoring of beds and watersides of water bodies by the Ministry of natural resources and ecology of the Russian Federation.

- To support the Roshydromet's initiative to hold the VII All-Russian hydrological congress in 2013 and to address to all stakeholders in the fields of hydrology, water industry and neighbouring areas to participate in it.

- To underline special importance of establishing geoinformation systems of different thematic orientation to increase efficiency of the analysis of spatially distributed data, as well as necessity to use remote sensing methods in a wider way for solving tasks of national economy.

- To consider it necessary to re-establish structures of engineering protection of urban territories and waterside protection as important functional elements in the system of management of urban and riverside territories guaranteeing safety of population and life supporting facilities, communications and infrastructure.

- To support the initiative of establishing and developing a network of youth ecological monitoring of the nature ecological condition in urban and rural areas, which should also be considered an efficient method of youth ecological education and instrument of realization of the right for truthful information about the quality environment.

- To recognize the cluster approach to the organization of transport-logistic complexes in the basins of great rivers the most efficient for the development of transport systems of the regions having access to the inland waterways.

- To underline that protection of cultural and historic heritage is the most important aspect of the river basin territories management from the standpoint of their sustainable development. Therefore, development and implementation of socio-economic and technological programmes, projects and events of all levels must include scientifically justified measures ensuring protection of cultural and historic environment.

- To underline the necessity to observe closely conditions and regulations set for protection zones of cultural heritage and historic territories, as well as to liven up the development of projects on cultural heritage protection zones.

- Taking into account the fact that Nizhny Novgorod still possesses unique wooden constructions reflecting the individuality of an ancient merchant city, to offer the State and municipal bodies to develop a corresponding conception of a system of management of repair and restoration works providing them with necessary financing.

- To recommend the Department of State protection of cultural heritage to react in a proper way to the decisions of the Investment and Town-planning Councils of the Nizhny Novgorod region infringing the established conditions and regulations of cultural heritage protection.

- To recommend the Governments of the subjects of the Russian Federation to include sanitary condition of small rivers into the criteria of evaluation of local executive bodies activities.

- To support the initiative of the All-Russia non-governmental organization "Russian geographic society" to participate annually in the International scientific and industrial forum "Great Rivers" in the form of an individual section "Russian geographic society – an

innovation platform for a dialogue of science, education and power in the interest of the sustainable development of territories” and address to all stakeholders in the field of science, education, executive and legislative power, business to take an active part in its work.

- To underline the necessity to hold public hearings with participation of representatives of the city and local administrations, NGOs, scientists and experts when working out projects on tourism development within the frameworks of the regional tourist cluster.

- To continue the work on drawing the regional tourist cluster in Russian and foreign programmes (including educational programmes).

- To recognize the importance of interaction of the International community in preservation and development of handicraft as national cultural assets of people in the world.

- To support the suggestion to establish an International association “Handicraft” with accreditation in Nizhny Novgorod and to give Nizhny Novgorod the status of the “Capital of Handicraft of Russia”.

*Approved by the final plenary session  
of the forum scientific congress on May 18, 2013.*

**ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ  
КОНГРЕССА**

**ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ДОКЛАДЫ**

**Е. В. Колосов**

*(ректор ННГАСУ, чл.-корр. РААСН, д.т.н., профессор,  
зав. кафедрой ЮНЕСКО, г. Н. Новгород, Россия)*

## **ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК**

*Уважаемые участники 15-го научного конгресса форума «Великие реки»,  
дорогие коллеги!*

Позвольте вас поприветствовать и выразить всем глубокую признательность и уважение за ваше участие в работе юбилейного форума «Великие реки». Сегодня мы с большим удовольствием и радостью видим лица участников и организаторов первых форумов, стоявших у истоков этого международного мероприятия в 1999–2000 годах: *В. П. Орлова* (министра природных ресурсов РФ, сегодня – Президента Российского геологического общества); *А. И. Бедрицкого* (руководителя Росгидромета, ныне советника Президента РФ), *Н. А. Пугина* (Президента ОАО «ГАЗ», депутата Законодательного Собрания Нижегородской области); *Ю. В. Олюнина* (заместителя исполнительного секретаря Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО, ныне советника ЮНЕСКО); *А. Н. Косарикова* (Полномочного представителя Президента РФ в Нижегородской области в 1999–2000-х гг.); *А. А. Козерадского* (председателя Законодательного Собрания Нижегородской области, ныне сенатора РФ) и многих, многих других уважаемых ученых, специалистов, общественных и государственных деятелей, не потерявших интерес к обсуждаемым на форуме актуальным проблемам современности – экологической, гидрометеорологической, энергетической безопасности и рационального использования природных ресурсов в бассейнах великих рек – основных очагах человеческой цивилизации.

Хотелось бы немного окунуться в историю проведения и организации наших форумов. Напомним, что одним из главных идеологов организации научно-промышленных форумов «Великие реки» на Нижегородской земле был академик Российской академии архитектуры и строительных наук, лауреат государственной премии, ректор Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, научный руководитель федеральной целевой программы «Возрождение Волги», профессор Найденко Валентин Васильевич.

Его инициативы как ведущего ученого, заведующего кафедрой ЮНЕСКО «Экологически безопасное развитие крупного региона – бассейна Волги» – создать на Нижегородской земле площадку для обсуждения проблем оздоровления и развития великих рек и их бассейнов, инициировать создание новых форм международного сотрудничества в решении глобальных экологических проблем, использовать опыт реализации эффективных проектов других стран при переходе к устойчивому социально-экономическому развитию – поддержали международные партнеры: штаб-квартира ЮНЕСКО в лице генерального директора ЮНЕСКО Федерико Майора, первый Президент РФ Б. Н. Ельцин, Правительство РФ, Совет Федерации, Госдумы РФ, ведущие министерства и ведомства, губернатор Нижегородской области И. П. Складов.

Исторические кадры на экране восстанавливают ту атмосферу приподнятости, праздника, мы видим лица известных зарубежных и отечественных ученых, государственных и общественных деятелей:

Председатель Совета Федерации Е. С. Строев, лидер партии «Наш дом Россия» В. С. Черномырдин, депутат Госдумы Г. А. Явлинский, министр природных ресурсов В. П. Орлов, митрополит Нижегородский и Арзамасский Николай, председатель Госдумы Г. Н. Селезнев, председатель Законодательного Собрания Нижегородской области А. А. Козерадский, исполнительный директор Ассоциации «Большая Волга» В. С. Родионов, исполнительный директор международной

программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» Бриджуотер (Франция), директор института гидротехники профессор Нестманн (Германия, Карлсруэ), заместитель секретаря Межправительственной океанографической комиссии Ю. В. Олюнин (Франция), проф. Маклейн (США), академик М. Г. Хублярян (директор института водных проблем РАН), проф. Луканг (Китай), проф. И. Спрингел (Египет), руководитель Росгидромета А. И. Бедрицкий, норвежский путешественник Тур Хейердал с супругой, президент РААСН А. П. Кудрявцев, Полномочный представитель Президента РФ С. В. Кириенко, директор департамента ЮНЕСКО Шоллоши Надь, Франсин Кусто (Франция), Янош Богарди (Университет ООН, Германия), проф. Л. Арагон (Бразилия), зам. председателя комитета «Человек и биосфера» проф. В. М. Неронов, проф. Розмален (Нидерланды), проф. Метцнер (Германия) и многие, многие другие.



В. В. Найденко  
ректор ННГАСУ с 1987 по 2005 гг.



Федерико Майор  
Генеральный директор ЮНЕСКО  
с 1987 по 1999 гг.



Церемония открытия Форума «Великие реки-99». Справа, налево: губернатор Нижегородской области И.П. Скляр, председатель Совета Федерации Е. С. Строев, министр природных ресурсов Российской Федерации В. П. Орлов, митрополит Нижегородский и Арзамасский Николай, лидер демократической партии «Наш дом – Россия» В. С. Черномырдин, первый заместитель председателя Госкомэкологии России А. Ф. Порядин, депутат Государственной Думы Г. А. Явлинский, депутат Государственной Думы О. А. Беклемищева



Почетный гость Форума «Великие реки 2001»  
путешественник и этнограф Тур Хейердал (Норвегия)

Прошедшие 15–20 лет характеризовались большими системными изменениями в социально-экономической структуре общества, вызванными кризисными явлениями в экономике многих государств, демографической ситуацией, военными конфликтами, связанными с борьбой за ресурсы и рынки сбыта, политическим влиянием, глобализацией экономики в целом, всевозрастающими темпами роста потребления невозобновляемых ресурсов планеты, незначительным количеством развитых государств, ростом не утилизируемых отходов, сокращением лесных массивов, увеличением техногенной нагрузки на природный каркас, ухудшением в целом состояния окружающей среды за редким исключением отдельных регионов планеты. Человечество накопило опасный генетический груз за счет мутаций, большинство из которых при действии естественного отбора не сохранилось бы.

**Оценка изменения глобальной площади леса  
за период с 2000 г. до н.э. по 2000 г. н.э.**

Год	Площадь леса, млрд га
2000 до н.э.	4,0
1000 н.э.	3,5
1955	3,3
1978	2,6
2000	2,1

Объективной закономерностью развивающейся цивилизации является глобальный процесс урбанизации, концентрация населения в крупных агломерациях, что привело к резкой концентрации энерго- и ресурсопотребления и многократному увеличению техногенных нагрузок на природную среду в зонах агломераций.

Конфликт между человеческой цивилизацией и природой существовал практически всегда, на это обращали внимание ещё в древности. Сейчас этот конфликт стал глобальным и угрожает самому существованию человечества.

По сравнению с относительно благополучными 1960-ми годами в начале XXI столетия количество природных бедствий и катастроф, как показывает мировая статистика и отмечает академик В. Н. Осипов, увеличилось более чем в 3 раза. Тайфуны, смерчи, ураганы, землетрясения, цунами, катастрофические оползни,

гигантские карстовые провалы, наводнения буквально атакуют и ежегодно уносят десятки тысяч человеческих жизней. Возникает ощущение некоего протеста со стороны Земли как живого организма на действия человечества. А человечество продолжает «добывать полезные для себя ископаемые», презрительно называя продукты высочайшей ценности «сырьем» (Забродский Ю. Н. «Патология как опасность и ресурс развития»).

За последние 100 лет на Земле вырублено около 40 % лесов и осушена почти половина водно-болотных территорий. И это в основном в бассейнах великих рек.

Под угрозой исчезновения находятся 24 % (1130 видов) млекопитающих и 12 % (1183 вида) птиц.

Созданные древними биосферами источники энергии: нефть, газ, уголь имеют конечные запасы. К этому осознанию пришли и сами представители энергетической отрасли, которая обеспечивает жизнедеятельность, но и при этом создает около половины всех загрязнений на Земле.

Международная топливно-энергетическая ассоциация (МТЭА) при разработке стратегических ориентиров устойчивого развития энергетики и общества в XXI веке отметила, что оно «не может более развиваться по традиционным канонам предшествующих веков». Потребности в росте энергии ограничиваются необходимостью сохранения всех параметров среды обитания, пригодных для нормального существования человека как биологического вида.

В год юбилея великого ученого В. И. Вернадского как никогда актуальны его идеи великого гуманиста и эволюциониста. Учение о ноосфере было его ответом на последствия промышленной революции, «его доминантой», как справедливо отмечает академик В. Н. Осипов, «была вера в несокрушимую мощь научной мысли как планетарного явления, способная перестроить биосферу в ноосферу – сферу разума. Однако учение не было проработано даже в своей концептуальной основе». Более прагматичен и реален путь, как утверждает В. Н. Осипов, и современная ситуация подтверждает это: вместо создания нового типа биосферы надо ее сохранять, а управлять надо человеческой деятельностью, добиваясь гармонизации отношений человек – природа. Единства в понимании сущности ноосферы нет до сих пор. Вернадский не успел изложить научную теорию ноосферы также полно, как он это сделал в отношении биосферы. В программе работы научного конгресса запланирована научно-практическая конференция «Идеи В. И. Вернадского и их современная практическая реализация» (к 150-летию академика). Можно с уверенностью утверждать, что сам В. И. Вернадский во главу учения о ноосфере ставил культуру, нравственность и научную образованность. Значение экологической культуры для каждого человека трудно переоценить. Это один из основных показателей уровня его цивилизованности. Поэтому необходимо общественности и специалистам в области воспитания и образования активно работать над созданием организованных механизмов и содержанием непрерывного экологического воспитания, образования и просвещения.

И. Гете высказал очень мудрую мысль: «Эпоха идет вперед, а каждый отдельный человек начинает сызнова».

В качестве приоритетов необходимо отдать высший приоритет экологическому воспитанию детей; разработать национальную стратегию экологического образования и просвещения; обеспечить финансовую и законодательную поддержку; единое государственное научно-методическое обеспечение; создать доступный банк данных о прогрессивных моделях и технологиях в сфере экологического образования.

Хочется напомнить и полностью поддержать слова академика Д. С. Лихачева «...Причины гибели биологических, экологических систем и человеческих культурных ценностей одни и те же: они в главном – в культурном уровне общества, в частности в его нравственной культуре. Без нравственной культуры никакие законы и постановления не будут действенными. Если состояние культуры в нашей стране не будет улучшаться, не улучшится положение с экологией».



Анализируя распространение очагов загрязнений и техногенных катастроф на картах мира, однозначно приходишь к выводу, что в подавляющем большинстве они приурочены к промышленным зонам и городским поселениям. Для России это наиболее характерно, учитывая, что свыше 75 % населения проживает в городах, занимающих не более 5 % от всей площади страны, а эти промышленные агломерации и центры в подавляющем большинстве своем расположены в бассейнах великих рек.

На примере городов Волжского бассейна, исходя из наиболее типовых по набору геологических проблем, была разработана концепция геоэкологической безопасности крупного города. Базовая часть концепции состоит из 11 положений:

1. Оценка сложившейся геолого-тектонической структуры территории города.
2. Анализ геологической истории и голоценового (современного) этапа развития рельефа территории города.

3. Анализ этапов роста города в историческом аспекте, развития планировочной структуры города, исследование генеральных планов города, выявление основных тенденций и направлений развития города и его инфраструктуры.

4. Выявление, классификация, оценка и определение масштабов развития и опасности проявления опасных геологических процессов.

5. Выявление и классификация наиболее экологически опасных производств, установление степени риска их воздействия на объекты жизнеобеспечения города при возможных авариях.

6. Исследование изменений геосреды урбанизированных территорий и оценка техногенного воздействия города на активизацию опасных геологических процессов. Районирование и зондирование городской территории по степени опасности воздействия проявлений геологических процессов на основные объекты жизнеобеспечения и жизнедеятельности населения города.

7. Оценка размещения и классификация основных объектов жизнеобеспечения и жизнедеятельности города. Оценка их уязвимости к воздействию опасных геологических процессов; загрязнению атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод и возможных аварий на экологически опасных производствах. Разработка схем, вариантов, инженерных решений по защите вышеуказанных объектов.

8. Разработка на основе экспертных оценок и натурных исследований экологического каркаса города, включающего: зондирование территорий по озелененности с разработкой мероприятий по выделению дополнительных рекреационных зон; создание зон санохраны и очистки малых рек и водоемов городской агломерации; ликвидацию несанкционированных свалок и организацию системы управления отходами использование особенностей рельефа для включения подземного пространства в развитие транспортных магистралей и др.

9. Разработка разноуровневых и разновидных систем мониторинга, включая: биомониторинг, биоиндикацию, биотестирование и уровень химического загрязнения почвы, воды и воздуха на ключевых участках города, а также мониторинг опасных геологических процессов по общей схеме, карстологический мониторинг и объектный мониторинг на уровне объектов жизнеобеспечения и жизнедеятельности, находящихся в сложных инженерно-геологических условиях (водозаборы, метрополитен и др.).

10. Разработка схем перспективного планирования освоения территориальных ресурсов городов, подверженных воздействию какого-либо опасного геологического процесса.

11. Корректировка современных генеральных планов городов с учетом вышеуказанных положений и разработка рабочих схем и проектных решений по созданию комплексной информационно-аналитической системы управления геоэкологической безопасностью крупного города.

Ю. В. Пешков<sup>1</sup>, А. М. Никаноров<sup>2</sup>, Л. И. Минина<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Росгидромет, Управление мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ, г. Москва, <sup>2</sup> ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону, Россия)

## КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА

На Европейской территории России (ЕТР РФ) расположены бассейны рек: Волги (крупнейшая река Европы), Дона и Урала (крупнейшие реки ЕТР РФ), Северной Двины и Печоры (крупнейшие речные бассейны европейского Севера России); Кубани (главная река Северного Кавказа); Невы (короткая, но очень полноводная в течение года река) и др. Анализ многолетней режимной гидрохимической информации по изменению качества и компонентного состава поверхностных вод Европейской территории России показал, что наиболее значительным изменениям подверглись водные объекты в экономически развитых районах. Основными причинами являются: отсутствие на многих предприятиях необходимых очистных сооружений; сброс неочищенных ливневых стоков с территорий больших городов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий; большие объемы накопившихся загрязненных донных отложений, являющихся источниками вторичного загрязнения природных вод.

**Бассейн Волги.** Волжский бассейн – важнейший в экономическом отношении регион России. Здесь производится 48 % валового регионального продукта, 45 % – промышленной и 36 % сельскохозяйственной продукции России, что определяет высокую степень антропогенной нагрузки. Наиболее распространенными загрязняющими веществами в бассейне Волги являются: трудноокисляемые (по ХПК) и легкоокисляемые (по БПК<sub>5</sub>) органические вещества, соединения меди, железа, в меньшей степени – фенолы, нефтепродукты, аммонийный и нитритный азот, соединения цинка. В многолетнем плане существенных изменений в уровне загрязненности поверхностных вод бассейна Волги не происходит, в большинстве створов вода оценивается как «загрязненная» и «грязная». Низким качеством воды («грязная») характеризуются водные объекты Нижегородской области в подавляющем большинстве створов (55 %) [1].

В 2012 г. по сравнению с предыдущим десятилетием увеличилось до 39–44 ПДК содержание соединений меди в воде Чебоксарского водохранилища ниже г. Нижний Новгород (рис. 1).

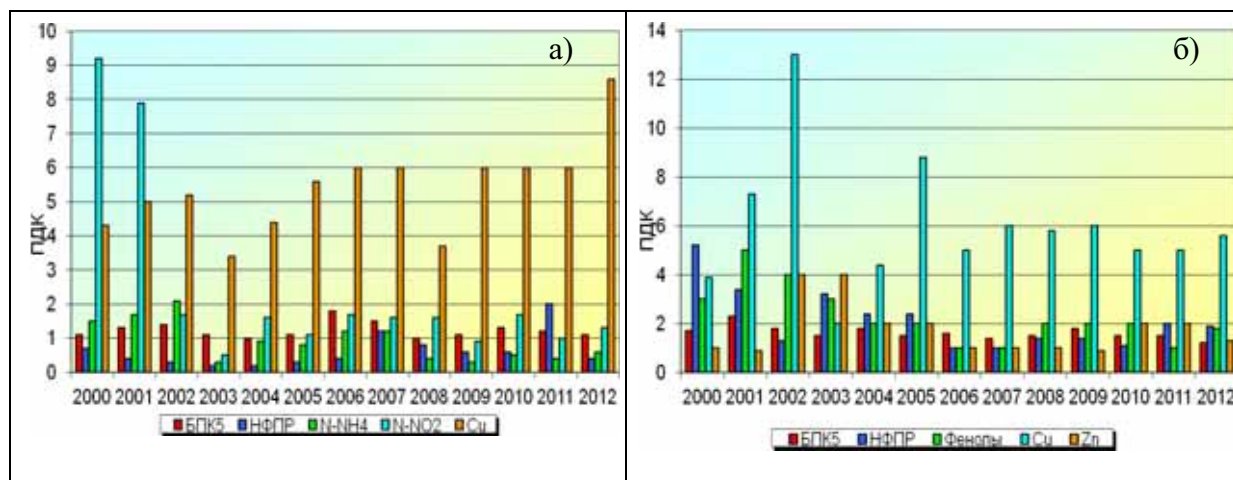


Рис. 1. Динамика среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в воде: а – Чебоксарского водохранилища ниже Н. Новгорода; б – р. Волги, г. Астрахань

Вода р. Волги ниже Астрахани в последние четыре года наблюдений стабилизировалась на уровне «грязная». Перечень характерных загрязняющих веществ воды на этом участке реки по сравнению с вышерасположенным пунктом наблюдений г. Волгограда более широк: соединения меди, железа, цинка, никеля, легко- и трудноокисляемые органические вещества (рис.1) [2].

В бассейне Волги наиболее высокий уровень загрязненности воды характерен для р. Москвы, качество воды которой снижается от «загрязненной», «очень загрязненной» в верхнем течении до «грязной» ниже по течению, что обусловлено влиянием Люберецкой и Курьяновской станций аэрации, а также загрязненными притоками. Критическими загрязняющими веществами воды реки являются аммонийный и нитритный азот, а также легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), максимальные концентрации которых в разные годы соответственно составляли: 26–38 и 11–17 ПДК.

Снизилась за последние десять лет загрязненность воды р. Чусовая – одного из наиболее загрязненных притоков р. Камы – соединениями меди и шестивалентного хрома на участке 1,7 км ниже г. Первоуральск. Однако качество воды реки на этом участке, формирующееся под влиянием Первоуральско-Ревдинского промузла, как и многие годы, остается в пределах «экстремально грязных» вод, что обусловлено наличием в воде реки одновременно большого количества загрязняющих веществ, в том числе фосфатов, фторидов, соединений металлов, азота, органических веществ и пр.

Вода большинства пунктов на реках Волга, Ока, Кама, Белая, Урал и их притоков характеризуется как «загрязненная» и «очень загрязненная».

**Бассейн Дона.** Водные ресурсы бассейна Дона формируются по бассейнам рек, которые представляют единое геоэкологическое пространство, включающее речную сеть и водосбор. Бассейн каждой реки представляет уникальную экосистему. Наиболее загрязнена река Дон в нижнем течении до состояния воды «грязная». Начиная с 2004 г. в воде реки отсутствуют критические загрязняющие вещества, что свидетельствует об улучшении качества воды.

**Бассейн Кубани.** На всем протяжении реки, а также в ее притоках преобладают соединения железа, меди. В большинстве створов к ним добавляются сульфаты, в верховье Кубани – нитритный азот, в нижнем течении – нефтепродукты, фенолы. В отдельных створах определяются соединения цинка, легко окисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>) фенолы, аммонийный азот. Вода р. Кубань ниже Краснодара с 1992 по 1999 г. характеризовалась диапазоном от «грязной» до «очень грязной», критического уровня загрязненности достигали нефтепродукты, нитритный азот, соединения меди и железа. С 2000 г. качество воды реки улучшилось и характеризовалось в основном как «очень загрязненная» вода. Для большинства притоков Кубани в многолетнем плане характерно повышенное среднегодовое содержание в воде соединений железа и меди от 1 до 21 ПДК и от 1 до 17 ПДК соответственно, наблюдаемое в половодье [3].

**Бассейн р. Невы.** Основной объем загрязняющих веществ поступает в р. Неву со сточными водами, образующимися на территории Санкт-Петербурга, с загрязненными притоками. Качество воды в створах г. Санкт-Петербург изменяется в диапазоне от «слабо загрязненных» до «загрязненных» вод. В большинстве створов Санкт-Петербурга наблюдают характерную загрязненность воды трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), соединениями меди, цинка, реже железа, среднегодовые концентрации изменяются в пределах величин ниже ПДК – 3 ПДК. В единичных случаях превышение 10 ПДК отмечается соединениями железа и марганца (до 12 ПДК) в створе впадения р. Охты – наиболее загрязненным притоком р. Невы, качество воды которого стабилизировалось на уровне «грязных» (рис. 3). В течение 2012 г. были зарегистрированы случаи высокого загрязнения воды соединениями железа (до 25 ПДК), марганца (до 38 ПДК). В летний период в р. Охте фиксировали глубокий дефицит растворенного в воде кислорода, обусловленный

гидрометеорологическими условиями: низкой водностью и высокими температурами [4].

Экологическое состояние речных экосистем ЕТР и, в первую очередь, Кольского Севера находятся под воздействием антропогенных факторов, проявляющихся в изменении их состояния с переходом от олиготрофных к мезотрофным, а в отдельные годы и к евтрофным экосистемам. Изменения проходят в условиях сурового северного климата, широкого распространения мерзлых пород, низкого потенциала самоочищения природных вод, невысокого биологического разнообразия. Это определяет высокую уязвимость экосистем региона, в том числе их повышенную чувствительность ко всем видам воздействия природных и антропогенных факторов, и нарушение стабильности речных экосистем Кольского полуострова.

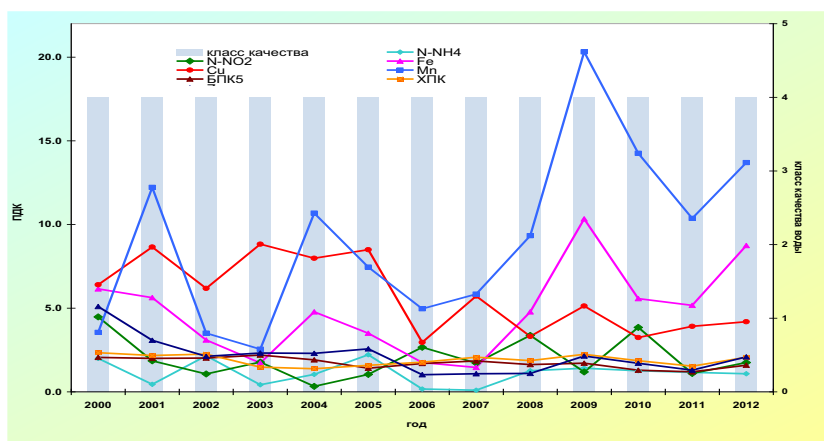


Рис. 2. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Охты в черте Санкт-Петербурга

Судьба многих водных объектов с точки зрения возможной антропогенной трансформации их экологического состояния (гидролого-гидрохимический и гидробиологический режим, уровень загрязнения, скорость и направленность внутриэкосистемных биологических процессов и т. д.) становится важным фактором, от которого зависит экологическое состояние поверхностных вод Европейской территории России.

#### Литература

1. Особенности кислородного режима рек в бассейнах Волги, Оби и Лены / А. В. Гончаров, В. А. Исаев, Е. Е. Лобченко, И. П. Ничипорова // Водные ресурсы. 2011. Т. 38. № 5. С. 564–570.
2. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации, Росгидромет/ А. М. Никаноров, Л. И. Минина, Е. Е. Лобченко, И. П. Ничипорова и др.– М., 2012 г. С. 140–143.
3. Динамика содержания основных загрязняющих веществ в поверхностных водах бассейна Кубани / Е. Е. Лобченко, Л. И. Минина., О. А. Первышева, И. П. Ничипорова // Современные проблемы гидрохимии и формирования качества вод / Материалы научной конференции с международным участием, г. Азов, 27–28 мая 2010 г. Ростов-на-Дону: Вираж, 2010. С. 137–139.
4. Динамика содержания органических и биогенных веществ в воде некоторых рек бассейна Балтийского моря / А. М. Никаноров, Л. И. Минина, Е. Е. Лобченко, И. П. Ничипорова, А. В. Гончаров, В. И. Исаев // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах. Материалы V Всероссийского симпозиума с международным участием. Петрозаводск, 2012. С. 70–74.

**В. П. Орлов<sup>1</sup>, В. С. Круподёров<sup>2</sup>**

*(<sup>1</sup> Президент Российского геологического общества;  
<sup>2</sup> директор ФГУП «ВСЕГИНГЕО», г. Москва, Россия)*

## **ВЕЛИКИЕ РЕКИ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**

Известно, что 2013 год в России объявлен годом окружающей среды. В предыдущем 2012 году на правительственном уровне приняты основные документы, определившие долгосрочную политику в области экологического развития и программу по её реализации.

Важнейшим компонентом окружающей среды является геологическая среда и свойственные ей опасные эндогенные и экзогенные процессы, определяющие или регламентирующие характер и масштабы хозяйственной деятельности человека, экологическое состояние территорий, а также угрозы проявления природно-техногенных катастроф. Поражённость опасными геологическими процессами во многих регионах России составляет 70–80 % территории, а экономический ущерб от их проявления достигает 6–7 % ВВП.

Речные бассейны, по сути, представляют собой высоко динамичные природные и природно-технические системы, для которых свойственны до 50 разновидностей опасных природных и природно-техногенных процессов. В большинстве случаев они распространены в виде взаимосвязанных парагенетических комплексов. Тектонические движения, землетрясения, вулканизм, карст и суффозия, оползни, сели, боковая русловая эрозия – это лишь малый перечень природных явлений, известных каждому со школьной скамьи. Известных, но, к сожалению, малоизученных и мало учитываемых в практической жизни.

Для бассейна реки Волга наиболее характерны оползни, карст, русловая и береговая эрозия. Оползневые процессы являются проблемой Нижнего Новгорода, Волгограда, Ульяновска, Рыбинска и других городов. Здесь оползни отличаются значительными размерами и большой мощностью. Используемые меры по их предотвращению, такие как подземный или поверхностный дренаж, укрепление берегов весьма дорогостоящи и недостаточно эффективны.

До 40 % расхода (речного стока) Волги приходится на подземные воды. Они вызывают развитие карстовых процессов, нередко приводящих к катастрофам. В июне 1992 года на территории города Дзержинска в результате карстового провала полностью был разрушен цех № 1 завода «Химмаш». О том, что карст жив и по-прежнему опасен, он напомнил уже в этом году провалом глубиной до 17 метров в посёлке Бутурлино, в котором оказались жилые дома. Проблема карста существует и в городе Москве, а также в ряде других городов и населённых пунктов бассейна реки Волги.

Линейная поражённость эрозией берегов крупных рек при размыве берега более 2 метров в год составляет для: Оби – 85 %, Лены – 25 %, Волги – 20 %, Енисея – 10 %. Размыв берегов Европейской части России и Западной Сибири происходит со средней скоростью 4–5 метров в год, а в отдельные годы – до 40–50 метров, что создаёт проблему постоянного перемещения жилой и хозяйственной застройки от надвигающегося русла реки. Например, у города Колпашево в Томской области размыв берега составляет около 20 метров ежегодно. Десятки смытых посёлков, размывы трассы нефтепроводов, дорог и производственные объекты – всё это послужной список реки Оби и её притоков, а по большому счёту – результат игнорирования на стадии проектирования и строительства характера проявления опасных природных процессов.

Нельзя не упомянуть и об огромных проблемах в горных верховьях больших и малых рек, связанных с селевыми процессами. Это: Северный Кавказ, Саяны, Алтай и, прежде всего, бассейны рек Кубань и Терек. Например, до 90 % окрестностей города Сочи являются селеопасными.

И, наконец, несколько слов о пресных подземных водах как о важнейшем продукте жизнеобеспечения и самом главном полезном ископаемом, не представляющем прямой угрозы для человека, но нуждающимся в защите от хозяйственной деятельности человека. Учтённая и неучтённая добыча подземных вод, составляющая около 10 млрд тонн в год в 3–4 раза превышает суммарные объёмы всех видов других полезных ископаемых, включая вмещающие и вскрышные породы. А опасность представляет прогрессирующее увеличение числа очагов и участков загрязнения подземных вод, особенно на водозаборах хозяйственно-питьевого водоснабжения. По состоянию на 2010 год в России выявлено около шести тысяч участков загрязнения подземных вод, что примерно в 4–5 раз больше, чем их было в середине 80-х годов прошлого века. Причём для подавляющего числа таких участков источники и масштабы загрязнения не установлены, поскольку объёмы работ по мониторингу состояния геологической среды крайне недостаточны.

Практически все опасные природные, в том числе опасные геологические процессы, проявляются комплексно. Они тесно связаны между собой территориально, а также синергически – то есть развитие одного влечёт за собой активизацию другого. Однако их ведение рассредоточено среди различных органов исполнительной власти. Например, оползни закреплены за Роснедрами, сели – за Росгидрометом (хотя это чисто экзогенное геологическое явление), эрозия и абразия – за Росводресурсами, землетрясения – за Минприроды, МЧС и РАН, вулканизм – за РАН. По нашему мнению, это непродуктивный, неэффективный и затратный подход.

Система безопасности от проявления природных и природно-техногенных процессов должна базироваться на принципах предотвращения опасностей, а не только на принципах их предупреждения и ликвидации последствий уже произошедших катастроф.

Там, где сделать это невозможно или экономически нецелесообразно, необходимо исключить хозяйственную деятельность. По нашему мнению, такие природные территории подходят для придания им статуса особо опасных. Нам кажется, что это будет вполне логично. Например, сегодня идеология особо охраняемых природных территорий основана на их охране от воздействия человека. А почему бы не подумать об охране человека от воздействия опасных природных процессов и не узаконить понятие и положение о территориях их проявления? Для этого следует выполнить инженерно-геологическое районирование и нормирование регионов страны с целью регламентации градостроительства, хозяйственной деятельности и уровня техногенного воздействия на окружающую среду.

Это предложение в какой-то мере развивает Постановление Совета Министров СССР от 07 марта 1978 года «О мерах по улучшению защиты населённых пунктов, предприятий, других объектов и земель от селевых потоков, снежных лавин, оползней и обвалов». В его реализацию для каждого региона страны были составлены пакеты специальных карт распространения экзогенных геологических процессов, поражённости и подверженности ими территории, а также рекомендации по защите населения, минимизации ущерба и негативного воздействия.

Работа была сделана, но в 90-х годах прошлого века практически забыта. За прошедшие десятилетия ситуация ухудшилась. Поэтому нужно освежить и актуализировать прежние материалы, кроме того, дополнить их картами эндогенных геологических процессов, а также схемами районирования страны по медико-геологическим факторам, то есть по степени влияния геологической среды на здоровье населения. Имеется в виду естественная радиоактивность, магнитное и гравитационное поля, качество подземных питьевых вод, насыщенность почвы тяжёлыми металлами и т. д. Мы полагаем, что каждому субъекту Российской Федерации необходимо иметь такие материалы и желательно в рамках единой государственной программы «Управление опасными природными процессами».

Кроме того, назрел вопрос и о создании межведомственного прогнозно-аналитического центра по вышеизложенным проблемам. В 2002 году распоряжением Минприроды России уже было предусмотрено создание такого центра, но оно

осталось нереализованным, поскольку решение, носящее межведомственный характер, должно приниматься на уровне Правительства России.

Следует вернуться и к созданию на Северном Кавказе специального «Межведомственного геодинамического полигона». Напомню, что ранее, до 90-х годов прошлого века, там функционировали специализированные службы некоторых ведомств, которые было бы целесообразно возродить, усилить и объединить в единую структуру.

Наконец, при разработке и актуализации схем комплексного использования и охраны водных объектов, являющихся основой для осуществления водохозяйственных мероприятий было бы целесообразно учесть геологические опасности и геодинамическую обстановку в бассейнах рек.

К сожалению, в последние два десятилетия рассматриваемые вопросы остаются в забвении или на последнем плане при обсуждении направлений и проблем социально-экономического развития регионов, расположенных в бассейнах больших и малых рек. Идеология устойчивого ноосферного развития в гармонии с природой заложена в трудах нашего великого соотечественника геолога Владимира Ивановича Вернадского, 150 лет со дня рождения которого исполняется в этом году. В соответствии с нашей Конституцией каждый гражданин России имеет право на благоприятную окружающую среду. Природная среда, безусловно, нуждается в защите. Но ей свойственны и многие явления и процессы, представляющие опасность для человека. Поэтому, заботясь об окружающей природной среде, мы должны прилагать не меньше усилий в обеспечение охраны человека и результатов его деятельности от воздействия опасных природных процессов, прежде всего, трудно прогнозируемого геологического характера.

**Ю. Ю. Дзедубадзе**

*(ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова,  
г. Москва, Россия)*

### **ЭКОСИСТЕМЫ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ; ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ВЫЗОВЫ**

Волжские водохранилища, большинство из которых создано более полувека назад, хотя и являются результатом деятельности человека, обладают многими свойствами естественных водоемов. За годы, прошедшие после строительства плотин на Волге, произошло преобразование речных систем в озерные, важными аспектами которого стали существенные гидрологические (скорость течения, прозрачность, глубины, температурный режим) и гидрохимические (минерализация) изменения. С экологической точки зрения важно появление новых биотопов (литорали и пелагиали) и экотон (пограничных участков экосистем) – устьевых участков притоков. При этом сочетание новых абиотических факторов и исходная речная фауна и флора часто создают некоторые ограничения в формировании морфоэкологических комплексов, сообществ и экосистем водохранилищ. В частности, рыбная часть сообщества пелагиали водохранилищ часто бывает обедненной из-за отсутствия пелагических видов рыб в исходной ихтиофауне реки [Fernando, Holchick, 1982]. С другой стороны, после формирования водохранилищ многие виды рыб получили дополнительные площади для нерестилищ и местообитаний для нагула молоди. Как и в целом ряде природных озерных систем, в водохранилищах развиваются процессы внутривидового формообразования. В частности, появляются экологические формы, осваивающие прибрежные и открытые участки водоема, различающиеся по характеру питания.

Являясь антропогенными водоемами, водохранилища часто становятся объектами конфликта интересов. Гораздо более сильные и нерегулярные, чем в естественных водоемах, колебания уровня, тепловое и химическое загрязнение,

гибель ракообразных и молоди рыб при скате через плотины и водозаборе снижают сырьевую базу рыболовства. При создании так называемых питьевых водохранилищ эвтрофирование и рост рыбного населения в связи с каскадным эффектом приводит к развитию представителей альгофлоры, снижающих качество воды (Таблица).

### Водоохранилища как объект конфликта интересов

Альтернативы	
Гидроэлектроэнергетика	Прибрежные сооружения и рыбопродуктивность
Питьевая вода	Рыболовство и рекреация
Водоемкое производство (например, металлургическое); охлаждения тепловых и атомных станций	Естественное состояние популяций гидробионтов и экосистем
Транспорт	Чистота вод, сохранение естественного биоразнообразия

Разработка стратегии рациональной системы управления экосистемами водохранилищ подразумевает не только преодоление конфликта интересов, но и учет современных природных и антропогенных вызовов. Важнейшими из которых являются: глобальное потепление; загрязнение; эвтрофирование; «неэкологичное» регулирование стока; усиление транспортных перевозок; перелов рыбы; преднамеренная и случайная интродукция чужеродных видов.

Развитие сельского хозяйства и связанное с ним повышение объемов попадающих с полей биогенов привело к эвтрофированию водохранилищ. В результате первичная продукция фитопланктона в 1980-е годы в водохранилищах Волги возросла в 3 раза (по сравнению с 1970-ми годами). Однако при снижении использования удобрений в 1990-е годы падение первичной продукции было незначительным: оно была в 2,5 раза выше, чем в 1970-е годы. Столь незначительный спад, скорее всего, объясняется потеплением и ростом стоков от населенных пунктов, расположенных по берегам водохранилищ и Волги.

Строительство плотин на Волге резко изменило условия миграций рыб, особенно проходных и полупроходных. Покатная миграция молоди с нерестилищ и мест нагула часто заканчивается гибелью рыб. Молодь многих реофильных видов при скате из рек и ручьев в водохранилище погибает. У других видов наблюдаются длительные задержки покатников в самом водохранилище или массовая гибель при скате через плотины и турбины. Типичные озера имеют сток из поверхностных горизонтов, и миграции из них происходят обычно в первые летние месяцы. Напротив, водохранилища (особенно водохранилища ГЭС) имеют придонный сток, и покатные миграции здесь происходят круглогодично. При этом значительная часть молоди скатывается в холодное время года. Наибольшая часть популяции выносятся у видов, обитающих в пелагиали водохранилища (снеток, судак, ряпушка), затем у видов, обитающих в сублиторали и батииали (лещ, укляя, окунь, ерш) и наименьшая часть – у видов, обитающих в прибрежно-зарослевых участках (щука, густера, плотва, язь, линь, красноперка [Павлов и др., 1999].

Важным фактором функционирования волжских водохранилищ являются чужеродные виды (виды-вселенцы). В бассейне Волги в настоящее время более 32 % видов ихтиофауны составляют виды-вселенцы. При этом наибольшее число видов вселенцев обнаружено в относительно молодых водохранилищах: Горьковском,



Куйбышевском, Саратовском и Волгоградском. В последние годы наблюдается ускорение инвазионного процесса в бассейн Волги и других рек европейской части России [Слынько и др., 2010].

Перспективы экологических исследований и конкретные меры по рациональному управлению экосистемами водохранилищ в связи с современными вызовами можно определить как:

- 1) ведение мониторинга гидрологических и гидрохимических параметров, первичной продукции и параметров популяций представителей основных морфоэкологических групп; создание соответствующих баз данных;
- 2) разработка научных основ биоманипуляции с целью решения проблем конфликта интересов при управлении экосистемами водохранилищ;
- 3) приближение системы стока воды из водохранилищ к озерному типу;
- 4) недопущение ската молоди за счет применения рыбозащитных устройств;
- 5) разработка научных основ контроля видов-вселенцев.

#### Литература

1. Слынько, Ю. В. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек понто-каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы / Ю. Ю. Дгебуадзе, Р. А. Новицкий, О. А. Христов // Российский журнал биологических инвазий. 2010, № 4. – С. 74–89.
2. Павлов, Д. С. Покатная миграция рыб через плотины ГЭС. / Д. С. Павлов, А. И. Лупандин, В. В. Костин. – М.: Наука, 1999. – 255 с.
3. Fernando, C. H. The nature of fish communities: a factor influencing the fishery potential and yield of tropical lakes and reservoirs / C. H. Fernando, J. Holchick // *Hidrobiologia*. 1982. V. 97: 127–140.

***М. Урошев, А. Миланович Пешич, Й. Ковачевич-Майкич***

*(Географический институт «Йован Цвийич» Сербской академии наук и искусств, Белград, Сербия)*

## **БИОГЕННАЯ НАГРУЗКА ДУНАЯ И ЕЕ ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ В СЕРБИИ**

### **Введение**

В декабре 2009 г. усвоен План управления бассейном реки Дунай (DRBM Plan) [1], в котором выделено 4 значительные проблемы по всему водосбору, которые могут непосредственно или косвенно влиять на состояние поверхностных и подземных вод: загрязнение органическими, биогенными, вредными веществами и гидроморфологические изменения.

Оценка нагрузки Дуная необходима для информации о притоке загрязняющих веществ в Черное море и принятия решений по управлению бассейном. Поэтому в последние годы проводится много гидрологических исследований, в которых анализируется биогенная нагрузка Дуная [2, 3, 4, 5], водохранилища Джердап [6], в дельте Дуная [7], на пойменной растительности Дуная [8], а также влияние стока биогенных веществ на загрязнение Черного моря [9, 10]. С 2000 г. проводится программа оценки нагрузок загрязняющими веществами. Несмотря на то, что Сербия не является членом Европейского союза, но учитывая, что почти вся территория страны принадлежит бассейну Дуная и Сербия является полноценным членом Международной комиссии по защите реки Дунай (ICPDR), с августа 2003 года, осуществляется интенсивная деятельность по внедрению Водной директивы ЕС (EU WFD). Несмотря на то, что в Транснациональной сети мониторинга (TNMN) находится 17 станций из Сербии, ни на одной из них не проводится оценка биогенной

нагрузки. Поэтому в настоящей работе выполнен расчет биогенной нагрузки на 7 станциях на Дунае и его главных притоках в Сербии за период 2001–2009 гг. (рис. 1). Результаты, представленные в этой работе, пополняют пробелы данных в ежегодниках TNMN и послужат основой для дальнейших анализов биогенных выбросов в Сербии.

### Материалы и методы

Для расчета биогенных нагрузок, кроме измеренных концентраций азота и фосфора, нужны и данные о расходах воды. Поэтому выбрано 7 станций (рис. 1), которые имеют данные о ежедневных расходах, кроме Мартонош на реке Тисе. Концентрации органического азота и впоследствии общего азота, а также концентрации растворенного фосфора не измерялись систематично, чтобы выполнить расчет их нагрузок. Из-за этого мы ограничились расчетом нагрузки растворенного неорганического азота (DIN), который является суммой аммония ( $\text{NH}_4$ ), нитритов ( $\text{NO}_2$ ) и нитратов ( $\text{NO}_3$ ), ортофосфатами ( $\text{PO}_4$ ) и общим фосфором (TP). Эти параметры используются в расчетах биогенных нагрузок и в других странах бассейна Дуная, что позволяет сопоставлять результаты расчетов [3, 6]. Данные о расходах воды и концентрации биогенных веществ взяты из гидрологических ежегодников Гидрометеорологической службы Сербии. Частота наблюдений за биогенными веществами различна как от станции к станции, так и от года к году, в среднем за год составляет 16 раз. Это количество измерений намного меньше требуемых 24 наблюдений, которые осуществляются на других станциях дунайского бассейна.



Рис. 1. Расположение станций, использованных для расчета биогенных нагрузок

Использованный в настоящей работе метод расчета ежегодных биогенных нагрузок идентичен усвоенному методу TNMN [11]:

$$\text{Annual Load [tonnes]} = \sum_{m=1}^{12} C_m [\text{ng/l}] \times Q_m [\text{m}^3/\text{s}] \times 0.0864 \times \text{Days [h]}, \quad (1)$$

где  $Q_m$  – среднемесячные расходы воды,  $C_m$  определяется как средневзвешенная месячная концентрация:

$$C_m = \frac{\sum_{i \in m} C_i Q_i}{\sum_{i \in m} Q_i} \quad (2)$$

Для выявления тренда концентрации биогенных веществ на 19 станциях в Сербии за период 2001–2010 гг. использовался тест Манна-Кендалла (Mann-Kendall test). Использовались непараметрический тест Манна-Кендалла для проверки наличия монотонного возрастающего или убывающего тренда (95 % уровень значимости) и

непараметрический Сен-метод – для оценки наклона линейного тренда. Статистики тренда рассчитаны с помощью MAKESENS 1.0, MSExcell шаблон Финляндским Метеорологическим Институтом.

### Результаты и заключение

Результаты расчетов указывают на то, что ежегодные нагрузки растворенного неорганического азота (DIN), фосфаты (PO<sub>4</sub>) и общий фосфор (TP) зависят от расходов воды, т. е. с увеличением расходов увеличиваются и нагрузки биогенными веществами. Впоследствии минимум биогенных нагрузок на сербском секторе Дуная за период 2001–2009 гг. наблюдался на станции Бездан (153 200 т/г DIN, 3 021 т/г PO<sub>4</sub>, 9 070 т/г TP), в то время как максимум рассчитан для Смедерево (205 350 т/г DIN, 9 638 т/г PO<sub>4</sub>, 16 529 т/г TP) (табл. 1). Рассчитанные биогенные нагрузки для сербской части Дуная (1426–1116 речной км) и его главных притоков по сравнению со станциями в других придунайских странах, в основном совпадают с общим трендом увеличения вниз по течению (рис. 2). Некоторые отступления связаны с аккумулярованием биогенных веществ в наносах на поймах и водохранилищах, а также различными частотами отбора проб.

Таблица 1

**Ежегодные значения нагрузки DIN (x 10<sup>3</sup> тонн), PO<sub>4</sub> (x 10<sup>3</sup> тонн), TP (x 10<sup>3</sup> тонн) и средний годовой расход (Q<sub>ср</sub>) (м<sup>3</sup>/с) за период 2001–2009 гг.**

Река	Местоположение	Биогенное вещество	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	среднее	Q <sub>ср</sub>
Дунай	Бездан	DIN	154	194	119	142	158	182	130	130	169	153,2	2304
		PO <sub>4</sub>	3,00	4,14	2,01	2,79	2,38	3,12	2,80	3,36	3,59	3,02	
		TP	8,48	11,2	7,06	8,54	10,5	9,71	8,13	7,20	10,8	9,07	
Дунай	Богойево	DIN	169	200	105	155	197	201	155	141	175	166,6	2692
		PO <sub>4</sub>	3,40	4,06	2,15	2,94	3,39	3,33	3,31	3,26	3,73	3,29	
		TP	9,02	11,1	7,48	8,96	11,5	11,2	9,57	9,66	11,9	10,03	
Дунай	Нови Сад	DIN	200	226	149	184	192	201	141	144	162	177,6	2845
		PO <sub>4</sub>	4,44	5,04	3,45	3,49	4,86	4,82	5,97	3,40	4,71	4,46	
		TP	11,3	15,0	8,79	10,1	12,4	12,1	10,3	11,7	13,3	11,67	
Дунай	Смедерево	DIN	156	-	194	239	253	323	181	153	144	205,3	5073
		PO <sub>4</sub>	8,68	-	9,54	8,34	11,5	10,8	9,17	9,89	9,18	9,64	
		TP	14,2	-	16,0	13,3	22,2	18,5	14,0	18,8	15,0	16,53	
Тиса	Мартонош	DIN	39,8	38,0	29,3	39,9	46,8	52,4	27,8	28,8	24,0	36,3	860
		PO <sub>4</sub>	1,32	1,73	0,93	1,21	2,08	1,99	0,93	0,99	0,98	1,35	
		TP	3,90	3,26	2,57	3,50	6,59	6,51	3,89	4,80	2,31	4,15	
Сава	Сремска Митровица	DIN	60,6	49,2	37,2	62,1	62,7	62,4	43,1	51,9	40,8	52,2	1467
		PO <sub>4</sub>	5,44	2,47	1,38	1,53	3,43	2,01	1,73	1,91	1,40	2,37	
		TP	11,4	3,84	2,55	2,93	6,19	3,06	4,08	3,21	3,22	4,49	
Велика Морава	Лубичевски мост	DIN	6,4	11,1	13,0	15,0	19,3	19,4	20,0	12,0	12,7	14,3	230
		PO <sub>4</sub>	0,42	0,64	0,68	0,58	1,35	0,77	0,59	0,57	0,83	0,71	
		TP	0,85	0,99	0,93	0,76	1,75	1,48	1,27	1,02	1,69	1,19	

Что касается значения расходов воды и концентрации биогенных веществ, наблюдается обратно пропорциональная зависимость для неорганического азота, т. е. идя вниз по течению, концентрации снижаются, в то время как для фосфатов и общего фосфора нет четкой зависимости (табл. 2). Среднегодовые значения DIN на станциях в Сербии принадлежат II классу TNMN классификации [12], кроме станций на Саве и

Дрине, у которых величины меньше 1,21 мг/л и поэтому принадлежат I классу. Концентрации PO<sub>4</sub> указывают на то, что большинство станций находится во II классе, однако две станции принадлежат I классу (Бездан и Богойево) и III классу (Радуйевац, Лубичевски мост). Второй класс также преобладает и для концентрации TP, кроме станций Радуйевац на Дунае, которая принадлежит III классу и 4 станций (Текийя, Сремска Митровица, Шабац, Бадовинци), которые относятся к I классу.

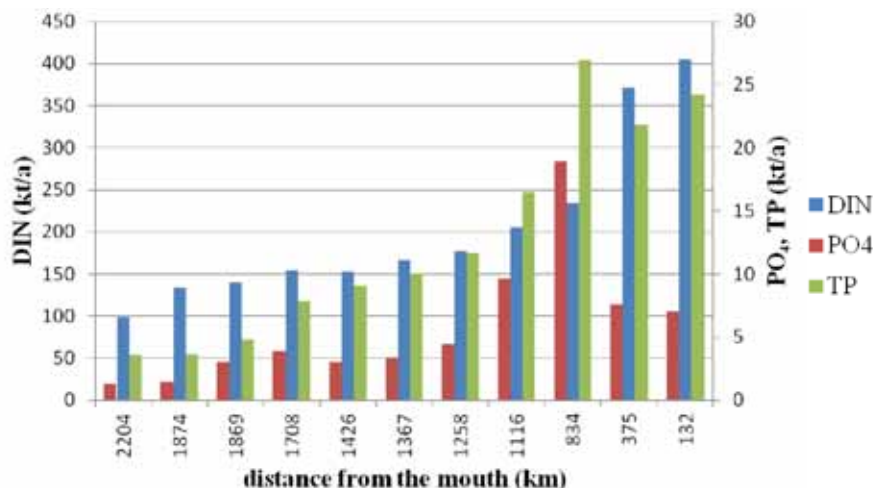


Рис. 2. Нагрузка DIN, PO<sub>4</sub> и TP вдоль Дуная

Для большинства станций не наблюдается тренд концентрации биогенных веществ за период 2001–2010 гг. Убывающий тренд DIN замечается на 4 станциях на Дунае ниже города Нового Сада (Нови Сад, Земун, Панчево и Текийя) и на Тисе у города Нови Бечей, в то время как возрастающий тренд наблюдается на Дунае у Земун и на Дрине у поселка Бадовинци.

Таблица 2

**Среднегодовые концентрации биогенных веществ за период 2001–2010 гг.**

Река	Место-положение	Речной км	Ср., мг/л			Река	Место-положение	Речной км	Ср., мг/л		
			DIN	PO <sub>4</sub>	TP				DIN	PO <sub>4</sub>	TP
Дунай	Бездан	1426	2,10	0,043	0,123	Тиса	Мартонош	152	1,31	0,053	0,155
Дунай	Богойево	1367	1,97	0,041	0,121	Тиса	Нови Бечей	65	1,33	0,057	0,150
Дунай	Бачка Паланка	1299	1,87	0,053	0,140	Тиса	Тител	9	1,37	0,065	0,148
Дунай	Нови Сад	1258	2,00	0,052	0,127	Сава	Йамена	203	1,14	0,054	0,131
Дунай	Земун	1173	1,64	0,058	0,107	Сава	Сремска Митровица	139	1,06	0,051	0,104
Дунай	Панчево	1155	1,61	0,052	0,144	Сава	Шабац	106	1,05	0,046	0,091
Дунай	Смедерево	1116	1,22	0,064	0,104	Сава	Остружница	17	0,94	0,056	0,101
Дунай	Банатска Паланка	1077	1,59	0,053	0,120	Дрина	Бадовинци <sup>a</sup>	16	0,58	0,015	0,049
Дунай	Текийя	955	1,29	0,054	0,083	Велика Морава	Лубичевски мост	22	1,88	0,104	0,186
Дунай	Радуйевац	851	1,41	0,164	0,207						

<sup>a</sup>)2004–2010 гг.

Оценка биогенной нагрузки имеет большое значение для информации о задержании и потерях биогенных веществ в речной системе. Чтобы ее выполнить, нужно рассчитать выброс биогенных веществ в речную сеть. В настоящей работе не

проводился расчет выбросов биогенных веществ, но он представляется следующим логическим шагом и должен быть выполнен в ближайшем будущем, учитывая то, что никто в Сербии не занимался детальной оценкой выбросов биогенных веществ.

*Статья является результатом исследований по проекту «География Сербии» № 47007, который финансирует Министерство образования и науки Республики Сербии.*

#### Литература

1. International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR) (2009) Danube River Basin District Management Plan. ICPDR, Vienna.
2. Humborg, Ch., Ittekkot, V., Adriana Cociasu, A. and Bodungen v. B. (1997) Effect of Danube River dam on Black Sea biogeochemistry and ecosystem structure. *Nature*, 386, 385-388.
3. Gils, J., Behrendt, H., Constantinescu, A., Laszlo, F. and Popescu, L. (2005) Changes of the nutrient loads of the Danube since the late eighties: an analysis based on long term changes along the whole Danube River and its main tributaries. *Water Sci. Technol.* 51 (11), 205–212.
4. Postolache, C., Rișnoveanu, G. and Vađineanu, A. (2006) Nitrogen and phosphorous excretion rates by tubificids from the Prahova River (Romania). *Hydrobiologia*, 553, 121–127.
5. Jaruskova, D. and Liska, I. (2011). Statistical analysis of trends in organic pollution and pollution by nutrients at selected Danube river stations. *J. Environ. Monitor*, 13 (5), 1435-1445.
6. Teodoru, C. and Wehrli, B. (2005) Retention of sediments and nutrients in the Iron Gate I Reservoir on the Danube River. *Biogeochemistry*, 76, 539–565.
7. Durisch-Kaiser, E., Doberer, A., Reutimann, J., Pavel, A., Balan, S., Radan, S. and Wehrli, B. (2011) Organic matter governs N and P balance in Danube Delta lakes. *Aquat. Sci.*, 73 (1), 21–33.
8. Mölder, A. and Schneider, E. (2010) On the beautiful diverse Danube? Danubian floodplain forest vegetation and flora under the influence of river eutrophication. *River Research and Applications*, 27 (7), 881–894.
9. Reschke, S., Ittekkot, V. and Panin, N. (2002) The Nature of Organic Matter in Danube River Particles and North-western Black Sea Sediments. *Estuar. Coast. Shelf S.*, 54 (3), 563–574.
10. Kroiss, H., Zessner, M. and Lampert C. (2003) Nutrient Management in the Danube Basin and its Impact on the Black Sea. *J. Coastal Res.*, 19 (4), 898–906.
11. Buijs, J., Ghinda, T., Bagyinszki, G. and Braun, M. (1998) Environmental programme for the Danube river basin. Monitoring, Laboratory and Information Management Sub-group. Project M1: Transboundary assessment of pollution loads and trends.
12. International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR) (2001-2009). Trans National Monitoring Network (TNMN) Yearbooks 2001–2009. ICPDR, Vienna.

**Ян Кси**

*(Институт Зоологии, Китайская Академия Наук, Китай)*

**РАЗВИТИЕ ЗАКОНА ОБ ОХРАНЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ  
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (ООПТ) В КИТАЕ  
(ТЕЗИСЫ)**

В Китае были установлены различные типы особо охраняемых природных территорий (ООПТ), занимающих почти 20 % земной суши, тем не менее, общее управление этими ООПТ в Китае очень слабое, и их роль в сохранении биоразнообразия далека от реально возможной. Для эффективного содействия сохранению биоразнообразия и экосистемы и предельно допустимого уровня экологической безопасности в Китае была учреждена Экспертная группа по изучению законодательства по охране окружающей среды, а также было оказано содействие в формулировании и пропаганде Закона об охраняемых территориях. Проект Закона об ООПТ (эксперт-версия) был должным образом подготовлен. Его основные цели – способствовать развитию планирования для всех ООПТ в полном объеме, обеспечить создание соответствующих ООПТ и улучшить управление на территории зонами, имеющими значение для сохранения биоразнообразия; обеспечить ряд стандартов по управлению сохранением ООПТ; обеспечить финансирование и штат структур по управлению сохранением ООПТ; продолжить единое инспектирование, усилить оценку научной весомости и эффективности охранных структур для того, чтобы быть уверенными в том, что местные сообщества участвуют в управлении процессом сохранения. Эти рекомендации были представлены основным заинтересованным сторонам, в их числе: главные ответственные лица, ведущие эксперты, общественность, международные эксперты.

6 предложений на Национальном Народном Конгрессе и 3 предложения во время заседания Китайской Народной Политической Консультативной Конференции были приняты в течение 2 сессий для того, чтобы развитие ООПТ было включено в план Постоянного Комитета Общественного Национального Конгресса 2013 и Повестки дня для Национального Комитета 2014.

**Ван Дин**

*(Национальный Комитет Китая по программе ЮНЕСКО  
«Человек и биосфера» МАВ, Институт гидробиологии,  
Китайская Академия Наук, г. Ухань, Китай)*

**О СОХРАНЕНИИ ОЗЕРНОГО ДЕЛЬФИНА И БЕСПЕРОЙ МОРСКОЙ СВИНЬИ  
В РЕКЕ ЯНЦЗЫ И ТЕРРИТОРИИ, СОЗДАННОЙ ДЛЯ ИХ ОХРАНЫ  
(ТЕЗИСЫ)**

Река Янцзы является местом обитания двух эндемических видов семейства китовых байджи (baiji), обитающих в р. Янцзы: дельфин (*Lipotes vexillifer*) и бесперая морская свинья (*Neophocaena asiaeorientalis asiaeorientalis*).



Китайский речной дельфин (Baiji)



Беспёрая морская свинья

Оба этих представителя семейства китовых претерпели значительные сокращения численности популяции и частоты распространённости в последние три десятилетия. Байджи был объявлен вымирающим видом в 2006 г., по результатам обширного исследования, проведенного международной командой ученых, численность его достигла *одной* особи. Популяция бесперой морской свиньи, обитающей в р. Янцзы, по данным исследования 2006 г., составляла приблизительно 1 800 особей. Это означает (по историческим оценкам), что более половины популяции в основном течении реки вымерло с 1991 г. Новейшие исследования в конце 2012 г. показали, что только около 500 особей покинули основное русло, а общее их количество составило около 1000, в т. ч. животные из озер Поянг (Poyang) и Донтин (Dongting). Основными угрозами выживания обоих видов являются избыточное рыболовство и браконьерство, активное движение речных судов, экскаваторные работы, промышленное использование вод и их загрязнение. Представлен анализ эффективности усилий по сохранению видов (в условиях естественного обитания, *вне условий естественного обитания* и разведения в неволе) за последние три десятилетия и сделаны предложения по сохранению бесперой морской свиньи в будущем (байджи – в случае, если какие-то особи выжили). Предполагается эффективное усиление запрета на добычу рыбы в реке и озерах или в имеющихся на настоящий момент заповедниках, расширение территории заповедников Тиан-и-Жоу (Tian-e-Zhou), Оксбоу (Oxbow), создание нового (*специального вне условий естественного обитания*) заповедника и усиление программ по разведению китовых в искусственных условиях.

## **СЕКЦИЯ 1**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА  
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАСЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК**



**А. А. Мурашева, Ю. С. Сеница**  
(ФГБОУ ВПО Государственный университет по землеустройству,  
г. Москва, Россия)

## **ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ ВОЛГИ**

Экологическое состояние бассейна Волги экологами оценивается как критическое. Если не предпринимать никаких мер по ее сохранению, рациональному использованию и обеспечению охраны водных ресурсов, то Волга прекратит свое существование через полвека.

По данным исследования ученых Калифорнийского университета в Санта-Барбаре (США), опубликованного в журнале «Conservation Letters», устье Волги вошло в первую десятку списка самых загрязненных береговых зон в мире [1].

В настоящее время в бассейне Волги сосредоточено около 45 % промышленного и примерно 50 % сельскохозяйственного производства России. Из 100 городов страны с наиболее загрязненной атмосферой 65 расположены в бассейне Волги. Объем загрязненных стоков, сбрасываемых в бассейны региона, составляет 38 % от общероссийского [2].

Предприятия, расположенные на Волге, занимаются в основном развитием нефте- и газоперерабатывающей промышленности.

Основная причина экологического неблагополучия бассейна Волги – сильная антропогенная нагрузка, вызванная:

- сбросом хозяйственно-бытовых и промышленных стоков в поверхностные водные объекты, а также отходами сельского хозяйства;
- затонувшими плавсредствами;
- утилизацией биологических отходов;
- сбором и утилизацией отходов производства и потребления.

Каждый год совместно со сточными водами в Волгу сбрасывается около 1 тыс. тонн цинка, 3 тыс. тонн фенолов, 18 тыс. тонн нефтепродуктов, 100 тыс. тонн аммонийного азота, 350 тыс. тонн органических веществ и множество других вредных химикатов, очевидными источниками которых являются агропромышленные предприятия и коммунальные хозяйства [3].

Затопленные плавсредства засоряют воду нефтепродуктами, продуктами коррозии металлов и другими вредными веществами, которые способствуют сокращению нерестилищ. По данным Волжской межрегиональной природоохранной прокуратуры, в бассейне реки Волги 96 % из затопленных плавсредств являются бесхозными [4].

Острой проблемой является наличие сибиреязвенных скотомогильников в водоохраных зонах Волги, основная масса которых сделана с грубейшими санитарными нормами, что создает угрозу попадания спор опасной болезни в водный объект.

В Тверской области в результате принятых прокуратурой мер был обустроен сибиреязвенный скотомогильник, находящийся всего лишь в 20 метрах от уреза воды Ивановского водохранилища.

Не менее острой в Волжском бассейне является проблема сбора и утилизации отходов производства и потребления. Нарушение порядка обращения с отходами, как правило, влечет комплексное загрязнение окружающей среды, почвы, атмосферного воздуха, а также водных объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения, создает угрозу безопасности окружающей среды и здоровью населения.

Сложившаяся неблагоприятная экологическая обстановка бассейна Волги напрямую повлияла на качество питьевой воды, ставя под угрозу санитарно-эпидемиологическое благополучие населения.

По данным органов здравоохранения, до 30 % заболеваний населения Поволжья (поражение почек, печени, кожи, нервной системы и других органов) связано с длительным употреблением загрязненной воды, при этом увеличивается риск воздействия на организм человека канцерогенных и мутагенных факторов [4].

К основным факторам развития неблагоприятной экологической обстановки бассейна Волги следует отнести отсутствие полной и достоверной информации о бассейне Волги с прилегающей к ней береговой полосой как о едином объекте экосистемы, о состоянии, местонахождении и наличии очистных сооружений, судов, затонувших плавсредств.

В виду сложившихся экологических проблем необходимо формирование информационного обеспечения оценки экологического состояния водных ресурсов в целях повышения эффективности хозяйственной деятельности посредством улучшения социально-экономического положения через снижение антропогенной нагрузки на экосистему в целом.

Важным компонентом рационального использования и охраны водных ресурсов является своевременная и актуальная информация о процессах в социальной, экономической, производственной и экологической сферах жизнедеятельности в береговой зоне водных объектов.

Первые работы по составлению Кадастра берегов России были начаты на Черном море под руководством В. П. Зенковича в 1945 г. В 1950–1980-е годы по разработанной методике были осуществлены комплексные исследования берегов большинства внутренних и окраинных морей СССР.

В то же время, несмотря на все усилия ученых, единой системы Государственного кадастра берегов (береговой зоны), или прибрежной зоны как действующего инструмента оценки, контроля и прогноза ее развития в целях рационального природопользования и комплексного управления оценки экологического состояния создать не удалось [5].

Существующие и функционирующие в настоящее время в России на федеральном уровне государственные кадастры и реестры, где в какой-то мере затрагиваются проблемы прибрежных зон, совершенно недостаточны для современной и полноценной их характеристики как самостоятельного, уникального и перспективного во всех отношениях природного и природно-техногенного объекта.

Усилились и стали важными экологические изменения в прибрежных территориях в связи с усилением на береговую зону антропогенного воздействия. В связи с этим в настоящее время возникает дефицит в информационном материале по прибрежным зонам, что значительно осложняет проведение оценочных действий и выработки управленческих решений.

При современном уровне развития Государственного кадастра недвижимости, информационных систем, способов и методов получения и обработки информации в настоящее время возникла острая необходимость в создании информационной системы для интенсивно развивающихся прибрежных территорий, которые подразделяются на старые и новые, современные. Очевидно, что в принятых сегодня терминах базой информационного обеспечения оценки экологического состояния водного объекта должна выступать современная геоинформационная система прибрежных зон (ГИС ПЗ) по административному подчинению.

Целью создания и функционирования ГИС ПЗ является информационное обеспечение деятельности администрации административной территории, тяготеющей к береговой зоне. ГИС ПЗ должна представлять собой систему, содержащую упорядоченную во времени и пространстве совокупность достоверных сведений о состоянии и динамике использования прибрежной зоны административной единицы региона.

В соответствии с «Законом РФ об информации, информатизации и защите информации» ГИС ПЗ должна быть совместимой с единым информационным

пространством России, создавать условия для качественного и эффективного информационного обеспечения граждан, органов государственной власти и органов местного самоуправления на основе государственных информационных ресурсов.

В качестве основного пользователя ГИС ПЗ предлагается рассматривать структурное подразделение в администрации субъекта федерации, созданное для управления прибрежными зонами и связанных с ней подразделений федеральных служб, подготавливающих и принимающих решения по управлению природопользованием в прибрежной зоне [6].

Такой подход обусловлен важным социально-экономическим и экологическим значением прибрежных зон великих рек с учетом оказываемой на них высокой антропогенной нагрузки.

Распределение прибрежной зоны по уровням административной ответственности и формирование по этому принципу информационной системы позволят установить правовой режим ответственности и контроль, а также разработать комплекс мероприятий по сохранению и развитию природной среды, обеспечить защиту и сохранность водных ресурсов, принимать управленческие решения по рациональному использованию и охране водных ресурсов, осуществлять контроль за ведением хозяйственной и иной деятельности в бассейнах рек.

#### Литература

1. Крупнейший водоем Европы – один из самых грязных в России [Эл. ресурс]. – Режим доступа : <http://www.fgids.com/news/1310/>.
2. Глушкова, В. Г. Федеральные округа России зон // В. Г. Глушкова, Ю. А. Симагина / Региональная экономика. – М. : Кнорус, 2009. С.127.
3. Катастрофическое состояние Волги и Волжского бассейна [Эл. ресурс]. – Режим доступа : [http://www.o8ode.ru/article/planetwa/rekuche/rure/katactrofi4eckoe\\_coctoanie\\_volgi\\_i\\_volgckogo\\_bacce.htm](http://www.o8ode.ru/article/planetwa/rekuche/rure/katactrofi4eckoe_coctoanie_volgi_i_volgckogo_bacce.htm).
4. Едрышева, М. Б. Течет река Волга (интервью с Волжским межрегиональным природоохранным прокурором В. А. Солдатовой) // М. Б. Едрышева. – М. : Прокурор, 2012. № 2. С. 89– 99.
5. Зенкович В. П. Кадастр и мониторинг береговой зоны морей СССР / В. П. Зенкович // Геоэкология Мирового океана. Сб. материалов IX съезду Общества. – Л. : ГО СССР. 1990. – С. 120–122.
6. Мурашева, А. А. Совершенствование теоретических основ обеспечения развития прибрежных зон / А. А. Мурашева, С. Г. Кузнецова // Аграрная Россия. – № 06, часть I. – М. : 2012, С.17–20.
7. Распоряжение Правительства РФ от 27.08.2009 № 1235-р «Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года» / «Собрание законодательства РФ» – 07.09.2009, № 36, ст. 4362.
8. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года») / – «Собрание законодательства РФ», 24.11.2008, № 47, ст. 5489

**М. А. Запезалов**

(ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск, Калужская обл., Россия)

**РОССИЙСКО-КИТАЙСКИЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД  
ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАССЕЙНА РЕКИ АМУР:  
УНИКАЛЬНЫЙ ОПЫТ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ**

После инцидента с загрязнением реки Сунхуацзян (Сунгари) в ноябре 2005 года, обусловленного сбросами в воду опасных химикатов в результате аварии на нефтехимическом заводе в г. Цзилинь (КНР), Китай и Россия ускорили процесс сотрудничества в сфере охраны водных ресурсов.

31 мая 2006 года был подписан Меморандум о взаимопонимании между Министерством природных ресурсов Российской Федерации (МПР РФ) и Государственным управлением по охране окружающей среды КНР по вопросам сотрудничества в области совместного мониторинга трансграничных водных объектов.

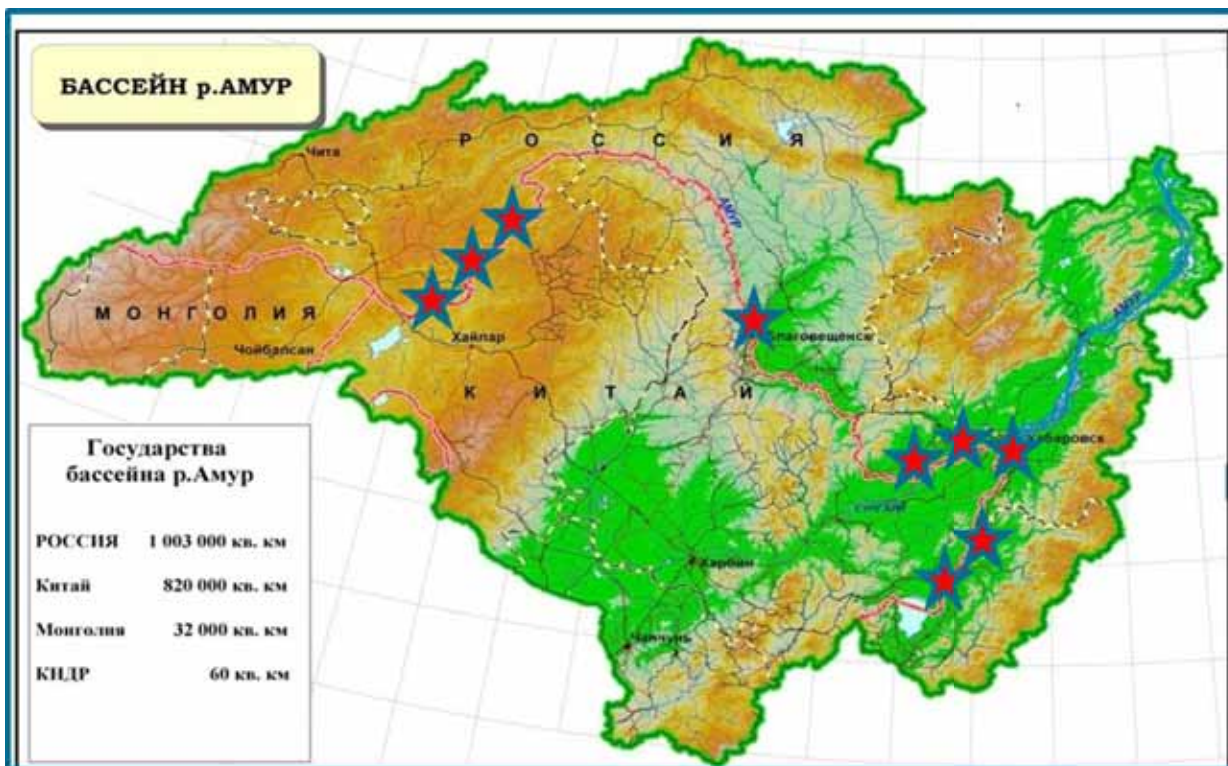
Стороны в течение первого года разработали и утвердили «План совместного мониторинга качества воды трансграничных водных объектов» и совместно координируют его реализацию. С этой целью создана Совместная российско-китайская координационная комиссия и Совместная рабочая группа экспертов, которая ежегодно (обычно в конце отчетного года) обсуждает результаты мониторинга за прошедший год, на основе результатов мониторинга дает согласованное заключение о качестве воды в пограничных реках и принимает программу мониторинга на следующий год.

С российской стороны участниками программы являются четыре региональные лаборатории Росгидромета: Дальневосточного УГМС (г. Хабаровск, г. Благовещенск), Приморского УГМС (г. Владивосток), Забайкальского УГМС (г. Чита). С китайской стороны работы проводят шесть лабораторий: в провинции Внутренняя Монголия (станция мониторинга г. Хулунбуир) и в провинции Хэйлундзян (станции мониторинга городов Хэйхе, Цзямусы, Сяньзян, Цзиси, и Муданьцзянь).

Методическое сопровождение работ осуществляют с российской стороны ФГБУ НПО «Тайфун» (г. Обнинск), с китайской стороны – Главная станция мониторинга окружающей среды (г. Пекин).

Ежегодная Программа совместного российско-китайского мониторинга (СРКМ), включает в себя:

- согласованные створы совместного наблюдения, этапы отбора проб (как правило, отбор проводят на 9 створах четыре раза в год в основные гидрологические фазы) (рисунок, таблица);
- перечень контролируемых показателей качества вод (в зависимости от положения створов контролируются от 30 до 40 показателей) и донных отложений (пять показателей);
- организацию отбора проб (какая сторона предоставляет судно для отбора проб);
- обмен данными мониторинга и их оценку;
- контроль качества – обмен шифрованными пробами и результатами их анализа;
- координацию работ (как стороны действуют в случае разногласий).



Расположение контрольных створов наблюдений СРKM

### Контрольные створы наблюдений СРKM

№ п/п	Название водного объекта	Местоположение	Привязка контрольного створа
1	р. Аргунь	Забайкальский край (Россия), автономный район Внутренняя Монголия (КНР)	с. Молоканка – с. Агуруту
2			с. Кути – с. Хэйшаньтоу
3			с. Олочи – с. Шивэй
4	р. Амур	Амурская область (Россия), провинция Хэйлунцзян (КНР)	ниже г. Благовещенска – г. Хэйхэ
5	р. Амур	Еврейская автономная область (Россия), провинция Хэйлунцзян (КНР)	1 км выше с. Амурзет – г. Миншань
6	р. Амур	Еврейская автономная область (Россия), провинция Хэйлунцзян (КНР)	с. Нижнеленинское – с. Тунцзяндунган
7	р. Уссури	Хабаровский край (Россия), провинция Хэйлунцзян (КНР)	7 км выше с. Казакеви-чево – 2 км выше заставы Усучжэнь
8	оз. Ханка	Приморский край (Россия), провинция Хэйлунцзян (КНР)	Исток р. Сунгача – Лунванмяо
9	р. Раздольная	Приморский край (Россия), провинция Хэйлунцзян (КНР)	Место на российско-китайской границе – Саньчакоу

Отобранные в ходе совместной экспедиции пробы воды и донных отложений российской и китайской стороны анализируют отдельно в своих лабораториях по методикам, принятым сторонами. Отбор проб воды и донных отложений оформляются актами и подписываются представителями обеих сторон. Результаты анализов оформляются протоколами, принятыми каждой из сторон.

Ежегодный объем измерений в 2007–2009 гг. составлял около 4300 определений, в 2010–2012 гг. увеличился до 5800 определений. В состав контролируемых показателей входят основные гидрохимические показатели, а также ряд специфических загрязняющих веществ, которые потенциально могут присутствовать в воде (пестициды, ПХБ, хлорфенолы, фталаты, летучие органические соединения).

Обмен результатами анализов проб воды и донных отложений между сторонами производится руководителями рабочих групп (российской и китайской) в течение 30 дней после каждого отбора проб в форме отчетов:

- о проведении совместного отбора проб и анализа данных о качестве вод трансграничных водных объектов;
- о проведении совместного отбора проб и анализа данных о донных отложениях трансграничных водных объектов.

Обмен результатами производится по факсимильной связи и по электронной почте.

В случае расхождения результатов анализа проб воды и донных отложений рабочая группа экспертов организует рассмотрение и подготовку предложений по обеспечению сходимости данных для последующего рассмотрения на Координационной комиссии и принятия соответствующих мер сторонами.

При подведении итогов в конце года обе стороны совместно дают оценку проведенному мониторингу. При этом каждая из сторон выпускает свой собственный отчет о результатах мониторинга, в котором дает оценку качества воды по национальным нормативам.

В результате использования национальных нормативов качества вод и национальных методик анализа существуют определенные расхождения в оценке результатов российско-китайского мониторинга трансграничных вод.

Можно назвать следующие ключевые вопросы, требующие согласованного подхода при выполнении подобных работ:

1. Нормативы показателей качества вод (ПДК).

Необходимо использование согласованного списка нормативов, по мнению российской стороны, это должны быть наиболее жесткие нормативы.

2. Методики измерений.

Необходима разработка согласованного списка рекомендуемых методик для проведения мониторинга и внедрение системы менеджмента качества работ, включая внешний контроль качества, на всех этапах от отбора проб до выражения результатов анализа проб.

3. Оценка качества воды.

Необходима выработка общего подхода по классификации качества вод на основе результатов, полученных в ходе мониторинга (например, на основе расчета индексов УКИЗВ).

С 2007 года за время, прошедшее с начала реализации Плана совместного российско-китайского мониторинга качества трансграничных водных объектов, накоплен уникальный опыт международного сотрудничества в практической области, который целесообразно тиражировать и распространять на другие трансграничные водные объекты.

**И. В. Семенова, В. Г. Булгаков, М. А. Запечалов,  
А. И. Лобов, О. И. Крутских**  
(ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск, Калужская обл., Россия)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ОХРАНЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

В настоящее время мониторинг состояния поверхностных вод России осуществляется главным образом в рамках проведения режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета [1]. Наиболее оперативную информацию о качестве воды на действующей сети дают ежедневные наблюдения по гидрохимическим показателям, которые проводят только в пунктах категории 1, а также ежедневные визуальные наблюдения в пунктах категории 2. Для повышения оперативности информации о качестве воды целесообразно модернизировать сеть наблюдений путем установки автоматизированных станций контроля (АСК-В).

### *Использование АСК-В в мировой практике*

Активизация работ в области мониторинга качества поверхностных вод суши (в том числе создание новых национальных сетей мониторинга, пересмотр программ действующих систем и т. д.) в развитых странах мира произошла в 70–80-е годы XX столетия. Во многих странах начали интенсивно развиваться автоматизированные системы контроля качества вод. Например, в настоящее время в *Японии* контроль обеспечивается полностью интегрированной телеметрической системой мониторинга качества вод, которая функционирует наряду с пунктами контроля на предприятиях и очистных сооружениях.

В *США* за мониторинг качества поверхностных и прибрежных вод отвечает Американская Геологическая служба (U.S. Geological Survey (USGS)). В состав USGS входит три сети мониторинга поверхностных вод, состоящих почти из 150 автоматизированных станций контроля качества вод по всей территории США, которые предназначены для предоставления заинтересованным сторонам достоверной информации в режиме реального времени.

В *Канаде* существующая в настоящее время Национальная автоматизированная сеть мониторинга качества воды (The National Automated Water Quality Monitoring Network) была создана в 2006 году. Сеть расположена на всей территории Канады и работает в сотрудничестве с местными, территориальными, федеральными и промышленными ведомствами. В 2010 году в рамках этого партнерства на 46 сайтах по всей стране представлялась информация с 35 водных объектов. Большинство автоматизированных станций мониторинга качества воды объединены с гидрометрическими станциями, что позволяет использовать существующую инфраструктуру и объединять данные в одну базу.

Сеть мониторинга *стран – членов ЕС* организована так, чтобы обеспечивать последовательную и полную картину экологического и химического состояния внутри каждого речного бассейна. В странах ЕС проводится одновременный анализ воды водного объекта и сбрасываемых в него сточных вод, что более корректно позволяет оценить их влияние на качество воды. Непрерывный контроль может дать как оперативную информацию, так и за длительные периоды времени. Данные, получаемые с автоматических станций, широко используются в системах раннего предупреждения, например, для обнаружения резких изменений в качестве воды, возможно в связи разливом загрязняющих веществ.

Общая конфигурация современной системы мониторинга для сбора данных о качестве воды – это система мониторинга по 4 показателям: *температура, удельная электропроводность, растворенный кислород (DO) и водородный показатель*. На ряде станций такие системы могут быть дополнены датчиками, которые проводят измерения таких свойств воды, как *мутность, флюоресценция (для определения растворенного органического вещества), окислительно-восстановительный*

потенциал, уровень воды, глубина водного объекта, содержание аммония, нитратов, хлоридов, хлорофилла и фосфора. Например, в Германии на крупных станциях автоматизированного контроля качества воды мониторинг ведется по 10–13 показателям, включая биомониторинг (биотестирование с использованием *Daphnia magna* и водорослей).

Данные о качестве воды доступны в Интернете в режиме реального времени. Измерения качества воды записываются в интервалах времени от 5 минут до 1 часа и часто упоминаются как непрерывные (обновление данных происходит через 4-часовой интервал или меньше).

#### *Цели и задачи АСК-В*

Цель работы АСК-В – круглосуточный автоматический и автоматизированный сбор, обработка, хранение и передача данных о физических свойствах и химическом составе вод в центр сбора, обработки и представления информации (ЦСОИ).

АСК-В предназначены для решения следующих задач:

- оперативное измерение, сбор, обработка и передача информации о состоянии воды контролируемого пункта (створа) водного объекта по заданным параметрам;
- выявление резких кратковременных изменений состава вод и уровня их загрязнения, обусловленных антропогенными воздействиями (в том числе залповых и аварийных сбросов значительных объемов сточных вод) или естественными причинами и передача сигналов о повышении уровня загрязнения в соответствующие инстанции для принятия управляющих решений;
- выдача информации для проведения мероприятий по предотвращению или уменьшению негативных последствий, вызванных аварийным или несанкционированным сбросом сточных вод;
- установление суточных, сезонных и долговременных трендов качества воды.

Предлагаемые места расположения АСК-В:

- места трансграничного мониторинга качества вод;
- наиболее загрязненные водотоки и водоемы;
- особо охраняемые водные объекты;
- водные объекты, используемые для питьевого водоснабжения и др.

#### *Перспективы использования АСК-В*

Первые результаты эксплуатации АСК-В, установленных на р. Мзымта в рамках реализации системы комплексного экологического мониторинга в районе проведения XXII Олимпийских зимних игр 2014 года в г. Сочи, показали, что существуют технические и методические трудности, которые необходимо учитывать при внедрении автоматических средств измерений показателей качества поверхностных вод.

АСК-В могут различаться по своим возможностям, степени участия оператора и в зависимости от этого условно делятся на три типа:

I – автоматические датчики погружного типа, не требующие системы прокачки воды, работающие в автономном режиме с передачей данных в режиме on-line;

II – автоматические станции с принудительной прокачкой воды, контролем физических и химических параметров воды в режиме on-line, возможностью автоматического отбора проб, устанавливаемые в специальном павильоне;

III – гидрохимические посты-лаборатории, с прокачкой воды в автоматическом режиме, контролем физических и химических параметров воды в режиме on-line, возможностью автоматического отбора проб, выполнения наиболее важных анализов оператором на месте, устанавливаемые в специальном павильоне с системой жизнеобеспечения.

В АСК-В I типа предлагается измерение следующих контролируемых физических и химических параметров качества воды:

- величина pH;
- растворенный кислород;
- удельная электрическая проводимость;



- температура воды;
- мутность NTU;
- концентрация хлорид-ионов;
- окислительно-восстановительный потенциал.

АСК-В I и II типа, работающие в автоматическом режиме, при периодическом обслуживании оператором, определяющие минимально необходимый перечень основных физических и химических показателей, могут составить основу модернизации Государственной службы наблюдений (ГСН) за качеством поверхностных вод.

#### Литература

1. Руководящий документ РД 52.24.309-2011. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши. – Ростов-на-Дону, 2012. – 104 с.

**Б. М. Мезенцев**

(ЗАО «Экрос-Инжиниринг», г. Санкт-Петербург, Россия)

### **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

Гидрохимические показатели состояния поверхностных водных источников в настоящее время определяются в основном в стационарных лабораториях путем анализа периодически отбираемых проб. Период между отборами составляет от 7 дней до 3 месяцев согласно существующим нормативным документам. Часто довольно большое время занимает доставка проб от удаленного источника до лаборатории.

Это исключает оперативное реагирование на резкое изменение состояния источника, например, в случае непредвиденных разливов или сбросов экологических загрязнителей. Если масштабы загрязнения невелики или водный объект находится в труднодоступной удаленной местности, событие вообще может быть поначалу не замечено.

Быстро принять меры по прекращению загрязнения можно только имея соответствующую оперативную информацию.

Существует также проблема трансграничных переносов загрязнений, причем не только между странами, но и между территориями одной страны, например, между субъектами Российской Федерации. Пострадавшая от загрязнений территория вынуждена принимать меры по ликвидации ущерба, для виновника такого события тоже могут наступить серьезные правовые и финансовые последствия. Специфика водных объектов такова, что определить объем загрязнения и соответственно ущерб часто возможно только путем наблюдения развития процесса загрязнения.

Таким образом, есть настоятельная необходимость повышать частоту пробоотбора и анализа. Логическое завершение этой мысли – внедрение системы непрерывных наблюдений для контроля относительно быстро протекающих процессов загрязнения. Кроме оперативной информации, это позволит получать качественно новые знания о поведении и динамике состояния поверхностных водных источников.

Однако организовать непрерывное наблюдение большинства водных источников обычными лабораторными методами анализа практически невозможно:

- частый пробоотбор, быстрая доставка и немедленные анализы требуют очень больших трудозатрат квалифицированного персонала;
- водные источники и места пробоотбора часто являются труднодоступными и находятся далеко от существующих стационарных лабораторий, резкое увеличение

числа лабораторий, численности персонала, размещение их в удаленной местности вряд ли возможно по организационным и финансовым причинам.

Между тем, непрерывный анализ можно организовать с помощью автоматических датчиков и анализаторов, работающих длительное время без обслуживания персоналом. При этом использование обычной лабораторной техники для длительной автономной работы дает отрицательный эффект.

Относительно недавно появились датчики гидрохимических показателей, способные работать в неблагоприятных природных условиях и длительное время сохранять необходимые метрологические характеристики без частого обслуживания. Стало возможным на новой приборной базе определять в воде: pH; проводимость; окислительно-восстановительный потенциал; мутность (с калибровкой на взвешенные вещества); цветность; содержание растворенного кислорода, полициклических ароматических углеводородов ПАУ (с калибровкой на нефтепродукты); растворенный органический углерод (с калибровкой на БПК, ХПК); нитраты; нитриты; аммиачный азот; фосфаты; калий; натрий; хлориды; цианиды; некоторые катионы. Одни датчики являются погружными, непрерывно выдающими аналоговый или цифровой аналитический сигнал, другие - реагентными, с коротким аналитическим циклом от 5 до 30 минут.

Такие датчики или их группы можно размещать в месте пробоотбора на водном источнике. Для организации непрерывной автоматической автономной работы группы гидрохимических датчиков необходимо создавать автоматическую систему их жизнеобеспечения. Возможные варианты конструкций сводятся к следующим формам:

- павильон (стационарный или переносной, заводского изготовления или быстровозводимый) с датчиками и обеспечивающими системами, в который для анализа организована подача воды из источника;

- блок датчиков для плавучего или подводного размещения, с автономным или кабельным электропитанием, с функционально ограниченной системой жизнеобеспечения.

В настоящее время непрерывное системное автоматическое наблюдение за многими водными источниками организовано в той или иной форме в таких странах, как Испания, Турция, отдельные автоматические станции построены во всех странах Евросоюза и в США, первые автоматические станции появляются в России. В частности, такие станции создает и размещает ЗАО «Экрос-Инжиниринг».

«Экрос-Инжиниринг» имеет большой опыт создания систем экологического мониторинга. Это специализированное предприятие по проектированию, возведению и реконструкции химических лабораторий и производств, оснащению их современным оборудованием, изготовлению стационарных постов экологического контроля и передвижных экологических лабораторий. Используя лучшие образцы отечественного и зарубежного аналитического оборудования, «Экрос-Инжиниринг» на собственной производственной базе создал десятки автоматических постов контроля различных загрязнителей атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны. Экрос-Инжиниринг создает не только лаборатории, посты или станции, но также многоуровневые системы наблюдения, контроля, обобщения и анализа экологической обстановки на заданном объекте или территории в целом.

В настоящее время «Экрос-Инжиниринг» активно развивает тему автоматического экологического мониторинга водных объектов. Спроектированы и изготовлены 4 автоматические станции контроля гидрохимических показателей поверхностных водных источников. Три станции находятся на месте и введены в эксплуатацию. Четвертая готова к отправке заказчику. Проводится постоянная работа по совершенствованию станций как проектируемых, так и уже построенных.

Автоматические станции «Экрос-Инжиниринга» имеют следующие составные части:

- *павильон* заводского изготовления высокой готовности выполняется атмосферостойким, вандалостойким, оснащается рабочим местом оператора и

освещением, устанавливается на выровненную площадку с бетонной заливкой или на сваях;

- *система водозабора* включает защитные сетчатые фильтры, насосы погружные или всасывающие;

- *система подачи и слива пробы* включает теплоизолированные магистрали, вентили, клапаны, мембранные фильтры;

- *стенд с проточными аналитическими ячейками*, ячейки выполняются для групп датчиков или для каждого датчика отдельно;

- *датчики и контроллеры*: используются погружные датчики, реагентные анализаторы, автоматические пробоотборники с охлаждением для хранения объективной пробы;

- *системы обработки и передачи информации* включают компьютер, ПО, модем; передача возможна всеми видами сотовой связи, через спутник или по проводам;

- *система защиты от неблагоприятных погодных условий* включает нагреватели, кондиционер, вентилятор, обогреватели ячеек и магистралей;

- *система охранно-пожарной сигнализации* включает датчики вскрытия, дыма, повышенной температуры, устройства передачи сигнала;

- *система основного и аварийного электропитания* включает кабели в кабель-каналах, электроарматуру, предохранители, электросчетчик, аккумуляторы, солнечные батареи или дизельгенератор; все оборудование монтируется согласно правилам устройства электроустановок.

Как в любом новом деле, при создании автоматических станций контроля поверхностных вод существуют проблемы. Эти проблемы носят как методический, так и технический характер.

К методическим проблемам можно отнести следующие моменты:

- В отличие от стационарной лаборатории автоматическая станция определяет принципиально ограниченный заданный заранее набор параметров. В то же время любой вид экологического загрязнения оказывает множественное влияние на многие параметры, анализируемые станцией. Необходимо зафиксировать понимание сигнального характера непрерывного мониторинга, важность в этом плане косвенных показателей загрязнения. Нормативные документы по автоматическому непрерывному мониторингу водных источников в настоящее время отсутствуют, их разработка еще только проводится.

- Необходимы рекомендации по набору автоматически контролируемых параметров и методам их анализа, с учетом технических возможностей современного приборостроения.

- Необходимы рекомендации по выбору места непрерывного пробоотбора и типам пробоотборного устройства.

- Необходимы рекомендации по типизации состава и устройства автоматической станции, для построения системы автоматических наблюдений в масштабах страны.

К техническим проблемам можно отнести следующие особенности использования станций:

- Поскольку в России характерны отрицательные зимние температуры, круглогодичное использование станций требует специальных технических решений. Павильон должен быть утеплен, должна присутствовать система обогрева не только павильона, но и водных магистралей, находящихся на воздухе. Как правило, магистрали к источнику должны прокладываться в грунте, ниже горизонта промерзания, а в воде источника – ниже уровня льда. Особую сложность вносит весенний ледоход, который требует механической защиты приемного устройства.

- Представляет сложность высокая мутность воды весной на некоторых реках, особенно горных. Требуется фильтрование поступающей воды для снижения мутности до уровня компенсации датчиков.

- Штатное электроснабжение от внешних линий подвержено аварийным перерывам, что заставляет вводить системы аварийного питания или делать станции полностью автономными по электропитанию.

- Расширение перечня гидрохимических показателей, определяемых автоматической станцией, требует серьезных усилий и финансовых вложений для создания новых и совершенствования существующих датчиков.

Список перечисленных проблем не является исчерпывающим. Эксплуатация такого нового и сложного оборудования, несомненно, выявит новые узкие места. Выражаем надежду, что совместными усилиями существующие и будущие сложности будут преодолены, конструкция автоматических станций мониторинга поверхностных водных источников станет типовой, их применение станет обычным и широко распространенным.

***Н. И. Корочкина***

*(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

### **ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И РЕКИ ОКИ В СТОРАХ Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА ЗА ПОСЛЕДНИЕ НЕСКОЛЬКО ЛЕТ**

Целью настоящего исследования являлось определение качества воды крупных рек Оки и Волги (Чебоксарского водохранилища), протекающих на территории города Нижнего Новгорода и выявление тенденции изменения качества воды за последние годы. Данные водные объекты имеют огромное значение для нашего города: используются для питьевого водоснабжения, отдыха и купания населения, имеют рыбохозяйственное значение, принимают сточные воды жилых районов и промышленных предприятий.

Проанализированы данные ежегодных докладов Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области «Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области» (2009–2011 гг.) в разделе «Природные воды» [1, 2, 3]. Анализ качества воды за большой интервал времени был ограничен тем, что в более ранних изданиях доклада (2007, 2008 гг.) раздел «Природные воды» временно не был представлен. Для сравнения использовались данные 1995 и 2000 гг. [4, 5]. Относительно современное качество воды водных объектов (2009–2011 гг.) сравнивалось с более ранним (1995, 2000 гг.) только по отдельным веществам, т. к. для комплексной оценки вместо индекса загрязненности воды (ИЗВ) в более поздних работах рассчитывался измененный показатель – удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) [6].

Вода Чебоксарского водохранилища в створах города Н. Новгорода в 2009 г. характеризовалась как загрязненная (класс 3, разряд А) с ухудшением до очень загрязненной (класс 3, разряд Б) в замыкающем створе, контролирующем влияние сбросов сточных вод Нижегородской станции аэрации (табл. 1). Качество воды в 2010 г. ухудшилось и во всех створах характеризовалось очень загрязненной водой (класс 3, разряд Б). В 2011 г. вода остается очень загрязненной, в створе ниже впадения реки Оки качество воды снижается, вода характеризуется как грязная (класс 4, разряд А). Таким образом, по комплексному показателю УКИЗВ в черте города Н.Новгорода в 2009-2011 гг. отмечается краткосрочная тенденция ухудшения качества воды, вызванная как ухудшением фонового состояния воды Чебоксарского водохранилища, так и влиянием загрязнения, приносимого рекой Окой.

**Комплексная оценка качества воды Чебоксарского водохранилища в г. Н.Новгороде (по [1, 2, 3])**

№ створа	Класс, разряд / качество воды по УКИЗВ		
	2009 г.	2010 г.	2011 г.
1 (фон)	3А / загрязненная	3Б / очень загрязненная	3Б / очень загрязненная
2	3А / загрязненная	3Б / очень загрязненная	3Б / очень загрязненная
3	3А / загрязненная	3Б / очень загрязненная	4А / грязная
4	3Б / очень загрязненная	3Б / очень загрязненная	3Б / очень загрязненная

Приоритетными загрязняющими веществами (со среднегодовыми концентрациями выше ПДК) в Чебоксарском водохранилище на данном участке в 2009–2011 гг. были органические вещества по величине ХПК (среднегодовые концентрации 1,9–2 ПДК), легкоокисляемые органические вещества по величине БПК<sub>5</sub> (1–1,3 ПДК), медь (5–6 ПДК), цинк (от < 1 до 2 ПДК). В створе после впадения реки Оки во все годы отмечалось увеличение среднегодовых концентраций азота нитритного (1–1,8 ПДК). В отдельные годы в некоторых створах отмечались превышения ПДК среднегодовых концентраций марганца, нефтепродуктов, сульфатов, фенолов, метанола. В 2010–2011 гг. по сравнению с 2009 г. несколько увеличилось загрязнение воды медью, цинком, легкоокисляемой органикой.

Как благоприятную тенденцию можно отметить отсутствие влияния сточных вод Нижегородской станции аэрации на интегральное качество воды Чебоксарского водохранилища в 2010 и 2011 гг. по сравнению с 2009 г., а также с 1995 и 2000 гг. В 1995 и 2000 г. после спуска сточных вод Нижегородской станции аэрации отмечалось превышение ПДК среднегодовых концентраций биогенных азотистых соединений: нитритов и аммонийного азота. В 2009–2011 гг. превышения ПДК среднегодовых концентраций по данным веществам в замыкающем створе не отмечено.

Качество воды в реке Оке в 2009–2011 гг. в целом, хуже, чем в Чебоксарском водохранилище. Так же как в Чебоксарском водохранилище, в реке Оке отмечена краткосрочная тенденция ухудшения качества воды в 2010 и 2011 г. по сравнению с 2009 г.: качество воды перешло из класса 3, разряда Б (очень загрязненная) в класс 4, разряд А (грязная) (табл. 2).

Таблица 2

**Комплексная оценка качества воды реки Оки в г. Н.Новгороде (по [1, 2, 3])**

№ створа	Класс, разряд / качество воды по УКИЗВ		
	2009 г.	2010 г.	2011 г.
1 (фон)	3Б / очень загрязненная	4А / грязная	4А / грязная
2	3Б / очень загрязненная	4А / грязная	4А / грязная

Приоритетными загрязняющими веществами (со среднегодовыми концентрациями выше ПДК) в реке Оке на данном участке в 2009–2011 гг. были органические вещества по величине ХПК (среднегодовые концентрации 1,8–2 ПДК), легкоокисляемые органические вещества по величине БПК<sub>5</sub> (1,1–1,4 ПДК), медь (5–7 ПДК), цинк (от < 1 до 2 ПДК), нефтепродукты (от < 1 до 3), азот нитритный (1,3–4 ПДК). В 2010–2011 гг. по сравнению с 2009 г. несколько увеличилось загрязнение воды медью, железом общим, цинком, азотом нитритным, сульфатами.

На качество реки Оки значительное влияние оказывает поверхностный сток с территории города Н.Новгорода. В створе в устье Оки в черте города увеличиваются по сравнению с фоновыми среднегодовые значения показателей: нефтепродуктов, цинка.

Ухудшение качества воды в водных объектах в 2010 г. может быть связано с погодными условиями жаркого лета, которые вызвали снижение водности реки и водохранилища, снижение их самоочищающей способности. Произошло ли улучшение качества воды в 2012 г., можно будет судить по следующим докладам Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области. Тем не менее, возможное ухудшение качества воды рек в жаркое и сухое лето необходимо учитывать при планировании мер охраны водоемов. Нужно принимать во внимание, что при подобных погодных условиях увеличивается потребность населения в питьевой воде (а значит, растет потенциальная опасность токсического воздействия загрязняющих веществ, способных к биоаккумуляции), также увеличивается потребность населения в отдыхе у воды, купании.

#### Литература

1. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2009 году : доклад / под ред. Ю. Н. Гагарина, Т. А. Косариковой ; М-во экологии и природ. ресурсов Нижегород. обл., Территор. фонд геол. информ. по Приволж. федер. округу. – Н.Новгород : [б. и.], 2010. – 289 с.

2. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2010 году : доклад / М-во экологии и природ. ресурсов Нижегород. обл., Территор. фонд геол. информ. по Приволж. федер. округу. – Н. Новгород : Нимфа-НН, 2011. – 288 с.

3. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2011 году [Электронный ресурс] : доклад / М-во экологии и природ. ресурсов Нижегород. обл. – Режим доступа : <http://mineco-nn.ru/doklad-o-sostoyanii-okruzhayuschey-sredy-za-2011-god/>.

4. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 1995 году : ежегод. докл. / отв. ред. А. Н. Косариков ; Ком. охраны окружающ. среды и природ. ресурсов Нижегород. обл. – Н. Новгород : Изд-во Волго-Вят. акад. гос. службы, 1996. – 200 с.

5. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2000 году : ежегод. докл. / отв. ред. А. Н. Косариков ; Департамент природ. ресурсов по Приволж. региону. – Н. Новгород : Изд-во Волго-Вят. акад. гос. службы, 2001. – 212 с.

6. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям : метод. указания. – Введ. 01-01-04. – СПб. : Гидрометеоиздат, 2003. – 33 с.

***А. К. Битюрин, Н. А. Бондарева, Р. Х. Измайлов, Г. А. Мишенькин***  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

#### **РЕКОНСТРУКЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАЩИТ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ПРИМЕРЕ ЗАЩИТНОЙ ДАМБЫ ОАО СРЗ «ПАМЯТЬ ПАРИЖСКОЙ КОММУНЫ»**

В случае поднятия уровня Чебоксарского водохранилища до отметки НПУ 68,00 метров потребуются завершение строительства оградительной дамбы ОАО СРЗ «Память парижской коммуны» (рис. 1, 2, 3).



Рис. 1. ОАО СРЗ «Память парижской коммуны»



Рис. 2. Вид на судоремонтный завод с самолета



Рис. 3. Конечная часть дамбы. Выход из затона в Волгу

Для обеспечения эксплуатационной надежности ограждающей дамбы, необходимо чтобы возвышение гребня дамбы над расчетным уровнем воды было достаточным для защиты затона от ледовых и волновых воздействий.

В связи с этим потребовалось выполнить пересчет отметки гребня дамбы.

Отметка гребня дамбы назначается на основе расчетов возвышения его над расчетным уровнем воды.

Возвышение гребня дамбы  $h_s$  определяется по зависимости:

$$h_s = \Delta h_{\text{set}} + h_{\text{run}1\%} + a,$$

где  $\Delta h_{\text{set}}$  – ветровой нагон воды;  $h_{\text{run}1\%}$  – высота наката ветровых волн обеспеченностью 1 %;  $a$  – запас возвышения гребня.

Обеспеченность ветра, повторяемого один раз в  $n$  лет, по румбам:

$$F_n = 4,17 \cdot \frac{t}{N \cdot n_t \cdot P_w} \cdot 100\%,$$

где  $t$  – время расчетного шторма, ч;

$N$  – количество дней расчетного периода;

$n_t$  – число лет, в которых один раз повторяется расчетный ветер;

$P_w$  – повторяемость направления ветра.

По данным наблюдений построены кривые обеспеченности скоростей ветра по заданным румбам. Для соответствующих значений  $F_{25}$  и  $F_{3,33}$  определены средние скорости  $uzl$  ветра по румбам.

Для расчета параметров ветровых волн было выделено два направления ветра (юго-западное и западное), при которых наблюдаются максимальные скорости ветра при наибольшем пути разгона.

Высота наката волны 1 %-й обеспеченности определялась по зависимости

$$h_{\text{run}1\%} = k_r \cdot k_p \cdot k_{sp} \cdot k_{\text{run}} \cdot h_{1\%},$$

где  $k_r$  – коэффициент шероховатости откоса;

$k_p$  – коэффициент проницаемости откоса;

$k_{sp}$  – коэффициент заложения откоса;

$k_{\text{run}}$  – коэффициент, зависящий от длины волны;

$h_{1\%}$  – высота волны 1 % обеспеченности, м.

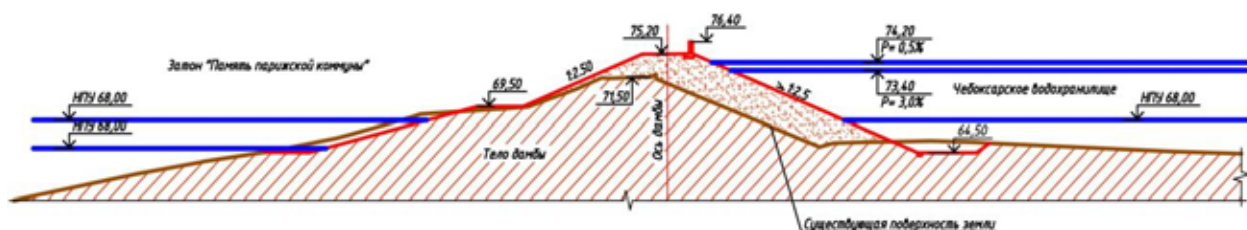


Рис. 4. Основные параметры дамбы



Основные параметры дамбы после реконструкции (рис. 4):

- Протяженность – около 2,1 км;
- Отметка гребня изменяется от 71,50 м до 72,70 м БС;
- Проектная отметка гребня 76,40 м БС;
- Ширина гребня 6,00 м;
- Заложения откосов 1:2,5;
- Крепление откоса со стороны водохранилища монолитными ж/б плитами.

**В. А. Гусев, В. З. Макаров, А. Н. Чумаченко, А. В. Молочко,  
Д. П. Хворостухин, В. А. Затонский**  
(ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет  
им. Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия)

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ САРАТОВСКОЙ ВОЛГИ**

Проблема высокой антропогенной нагрузки на крупные речные системы мира, связанные с их зарегулированием (строительством плотин и ГЭС) и загрязнением, является весьма острой. Не является исключением и бассейн Волги. Антропогенное вмешательство, в первую очередь строительство водохранилищ и каналов, нарушило естественный гидрологический режим реки, фактически превратив её в каскад водохранилищ [1].

В свою очередь, строительство предприятий и заводов на берегах Волги, сбрасывающих отходы в реку, неблагоприятно сказалось на качестве воды, а также на флоре и фауне волжского бассейна [2,3,4,5].

Что касается участка Волги на территории Саратовской области, то в настоящее время река представлена двумя водохранилищами: Волгоградским с площадью в пределах области порядка 1 600 км<sup>2</sup> и Саратовским – с площадью зеркала 1831 км<sup>2</sup>. После наполнения водохранилищ (Волгоградского в 1961 г., а Саратовского – весной 1968 г.) широкое распространение и развитие в пределах этих водохранилищ получила переработка волжских берегов (абразия).

Колебания уровня воды в водохранилищах и активные волнобойные процессы приводят к постоянному размыву волжских берегов, масштабным обвальным-осыпным и оползневым процессам. Данные явления проявляются по всему побережью, кроме устьев рек и балок с постоянным водотоком. Особенно они активны в Хвалынском, Вольском, Саратовском, Балаковском, Духовницком, Ровенском и Красноармейском районах. В первые годы существования водохранилищ наблюдалась максимальная переработка берегов, превышающая 10–15 м в год, однако и в настоящее время по ряду стационарных участков сохраняются весьма высокие линейные скорости отступления береговой полосы, достигающие в отдельные годы 3–5 м.

В результате активной переработки берегов в зоне абразионных процессов водохранилищ оказались десятки населённых пунктов и городов. Наибольшую тревогу вызывало и вызывает состояние бетонной набережной г. Хвалынска протяженностью 2 950 м, где отмечались деформации и просадки плит бетонного откоса, их разрушение в зоне действия волнобоя. Разрушение набережной может привести к серьезным последствиям, так как частично центральная часть г. Хвалынска находится ниже уровня воды в Саратовском водохранилище.

Наиболее активное разрушение берегов на Саратовском водохранилище сохраняется в северной части районного центра Духовницкое. Абразионный участок «Духовницкое» вместе с д. Вечный Хутор вытянут вдоль водохранилища на 10 км. Северная часть райцентра Духовницкое от паромного причала до Матвеевского залива

на протяжении 3,0–3,5 км не имеет берегоукреплений. Береговой уступ активно перерабатывается волнобоем, в его основании отмечаются волноприбойные ниши, а на бичевнике – обрушенные и непереработанные породы.

Сооружение Саратовского водохранилища с ИПГ-28,0 м и деятельность человека на прибрежных территориях (полив зеленых насаждений, утечки из коммуникаций, уменьшение испарения из-за больших площадей покрытия асфальтом и т. д.) привело к повышению уровня грунтовых вод, влияющих на строительное освоение территории во многих населённых пунктах, прилегающих к зоне водохранилища. Уровни подземных вод на территории отдельных участков, расположенных в прибрежной части водохранилища в 1963 г. отмечались на глубинах 10–23 м, в 1972 г. – 7–22 м, в 1988 г. – 0,5–14 м [6].

Значительное развитие процесс подтопления получил в городе атомщиков – Балаково. Глубина залегания грунтовых вод в островной части города составляет 0,8–2,5 м, в остальной 1–3 м. На территории отдельных сёл Балаковского района уровни грунтовых вод близки к поверхности, в микропонижениях рельефа выходят на поверхность, образуя при этом заболоченные участки.

В Волгоградском водохранилище весьма широкое развитие абразия получила в Саратовском, Красноармейском, Марксовском и Ровенском районах. Береговая полоса отдельных участков водохранилища открыта для волнобоя как верхового, так и низового направлений.

Наиболее разрушительны для береговых участков ветры юго-западного и южного направлений, когда разгон волны достигает 25 км. Продолжительность воздействия на берег волны высотой 0,5 м в среднем за навигацию составляет 40 суток. Наиболее разрушительны для берегового уступа штормовые ветры, обычно приходящиеся на октябрь-ноябрь месяцы. По данным Саратовской гидрогеологической экспедиции за 25 лет бровка террасы отступила от 27,1 до 67,8 м. Переработка берегов связана с резко изменившимся режимом р. Волги после создания Волгоградского водохранилища [6].

На берегу Волгоградского водохранилища только в пределах Ровенского района в непосредственной близости от абразионного уступа находятся р.п. Ровное, села: Приволжское, Яблоновка, Привольное, Кочетное, Новопривольное, пос. Серебряный Бор.

Гидрологический режим водохранилищ и колебания уровня воды в них также влияют и на устойчивость склонов. После заполнения водохранилищ пришли в движение некоторые оползневые тела древнего заложения, не испытывавшие подвижек 80–100 и более лет, усилилась деятельность активных оползней, а также образовались новые оползни как по берегу Волги, так и на многих ее притоках. Так, только на отрезке береговой полосы от г. Хвалынска до северной границы Саратовской области общей протяженностью 34 км отмечено 48 активных оползней, из которых 23 с объёмом смещенных пород от 1 до 10 тыс. м<sup>3</sup>, а по четырем в смещение вовлечено от 70 до 700 тыс. м<sup>3</sup> пород [6].

Что касается качества волжской воды, то она повсеместно загрязнена продуктами активной промышленной и сельскохозяйственной деятельности. По данным ежегодных докладов Комитета охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области, где размещаются результаты анализов проб воды из Саратовского и Волгоградского водохранилищ, отобранных ФГНУ «Саратовский ЦГМС», ФГНУ «ГосНИИОРХ», лабораториями Роспотребнадзора, в поверхностных водах водохранилищ периодически отмечается повышенное содержание нефтепродуктов, железа, марганца, ртути и соединений меди.

Медь в воде встречается повсеместно, превышая ПДК в 1,1–17,0 раз в Саратовском водохранилище и в 1,3–5,5 раз в Волгоградском. В летний период фиксируются аномально высокие концентрации нитритов, превышающие ПДК в десятки раз. Среднесезонная концентрация общего железа в отдельные годы превышала рыбохозяйственный норматив в 2,2 раза на Саратовском водохранилище и в 1,5 раза на Волгоградском.

Содержание марганца в воде Саратовского водохранилища также колебалось от 0,02 до 0,31 мг/дм<sup>3</sup>, превышая рыбохозяйственный норматив (0,01 мг/дм<sup>3</sup>) на всех участках, а в воде Волгоградского водохранилища его колебания составляли от аналитического нуля до 0,13 мг/дм<sup>3</sup> при средней концентрации по водохранилищу 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

По сравнению с 1990-ми годами, средние концентрации марганца возросли в сотни раз. Подобные показатели варьируются по годам и загрязняющим веществам на отдельных участках водохранилищ, но в целом не дают общей картины и не объясняют причин. По информации в докладах, существующая сеть постоянного наблюдения за загрязнением поверхностных вод на территории области составляет всего 18 % от необходимого объема. Нет наблюдательных постов на Волгоградском водохранилище в границах области, не проводятся наблюдения на трансграничных участках рек, поэтому отсутствует информация о поступлении загрязнений из соседних областей, а также в границах большинства населенных пунктов. Для получения полной информации необходимо иметь 45 гидрохимических и гидробиологических постов на малых реках и 16 постов на водохранилищах [7].

Научные исследования и разовые экспедиции пополняют информацию о состоянии качества поверхностных вод, но этого также недостаточно для объективной оценки происходящих изменений качественного состава воды. Необходимо проводить системные наблюдения за состоянием волжской воды.

В заключение хотелось бы отметить, что к величайшему сожалению, при дальнейшем проектировании водохранилищ на Нижней Волге не были исследованы, а соответственно и учтены, многие отрицательные экологические последствия преобразований Волжского бассейна. Не были приняты во внимание и мнения крупнейших ученых-географов, ихтиологов, биологов: Л. С. Берга, Н. М. Книповича, Н. И. Вавилова, А. А. Рихтера и других, обращавших внимание на недопустимость строительства гидроузлов на Нижней Волге. Это и породило в дальнейшем множество экологических проблем.

#### Литература

1. Миркин, Б.М. Экология России / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова. – М.: МДС ЮНИСАМ. 1995 – 232 с.
2. Чалов, Р. С. Естественные и антропогенные изменения рек России за историческое время // Соросовский образовательный журнал, том 6, 2000, № 1. – С. 71–78.
3. Волга – беда и боль России; под редакцией В. А. Дорошенко. – М.: Планета, 1989. – 341 с.
4. Черняев, А. М. Водные ресурсы, их использование и охрана / А. М. Черняев, Н. Б. Прохорова. – Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, 2002. – 300 с.
5. Данилов-Данильян, В. И. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты / В. И. Данилов-Данильян, К. С. Лосев. – М. : Наука, 2006. – 221 с.
6. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Приволжского федерального округа Российской Федерации (Саратовская область) за 2007 год. Выпуск 11. Книга 2. Экзогенные геологические процессы. Саратов, 2008. –145 с.
7. Чернова, Р.К. Все ли мы знаем о качестве волжской воды? // Известия Приволжья / Спецвыпуск «Экология. Волга 30 лет спустя», декабрь 2011. – С. 10.

**М. Ю. Проказов, Е. В. Гофтман, В. А. Затонский**  
(ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет  
им. Н. Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия)

## **СТРУКТУРА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (ООПТ) В ПОЙМЕ КРУПНЕЙШИХ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ**

В настоящее время пойменные ландшафты р. Волги практически полностью преобразованы в результате зарегулирования реки в прошедшем XX веке. Созданные здесь Чебоксарское, Куйбышевское, Нижнекамское, Саратовское и Волгоградское водохранилища (крупнейшие в волжском каскаде) затопили большую часть пойменных геосистем, формировавшихся на протяжении многих тысячелетий. Между тем, пойменные ландшафты являются одними из самых продуктивных на Земле и обладают высоким биоразнообразием [1]. В недалеком прошлом пойменные геосистемы реки играли важнейшую средообразующую роль для всей территории Поволжья. В настоящее время пойменные острова сохранились здесь лишь в верхних приплотинных участках водохранилищ. Ниже города Волгограда остался единственный незарегулированный отрезок реки – Волго-Ахтубинская пойма.

В данной работе определяются участки сохранившейся поймы в границах крупнейших волжских водохранилищ, и анализируется структура особо охраняемых природных территорий (ООПТ), где под охраной находятся, в том числе и пойменные земли.

Для того чтобы оценить степень сохранности волжских пойменных ландшафтов, достаточно рассмотреть данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), находящиеся в открытом доступе на различных Интернет-ресурсах [2]. Анализируя материалы космической съёмки крупнейших волжских водохранилищ, можно выделить несколько участков, находящихся у нижних бьефов плотин, где ещё сохранились пойменно-островные массивы. В пределах Чебоксарского водохранилища такой участок, протяжённостью порядка 300 км, расположен между городами Городец (Нижегородская область, плотина Нижегородской ГЭС) и Чебоксары (Чувашская республика – Чувашия). Площадь участка с водным зеркалом составляет около 1160 км<sup>2</sup>. Сохранившиеся пойменные массивы в границах Куйбышевского водохранилища находятся между городами Новочебоксарск (Чувашская республика – Чувашия, плотина Чебоксарской ГЭС) и Казань (республика Татарстан). Их протяжённость составляет 100 км, площадь с водным зеркалом – 455 км<sup>2</sup>. В Саратовском водохранилище протянувшийся на 220 километров пойменный участок находится между г. Тольятти (Самарская область, плотина Жигулевской ГЭС) и поселком Заволжье (Приволжский район, Самарская область). Его площадь с водным зеркалом – 1408 км<sup>2</sup>. В пределах Волгоградского водохранилища сохранившиеся пойменные геосистемы расположены между г. Балаково (Саратовская область, плотина Саратовской ГЭС) и селом Узморье (Энгельсский район Саратовской области). Примерная длина участка – 180 км, площадь с водным зеркалом – около 330 км<sup>2</sup>. Несмотря на значительную преобразованность каскадом ГЭС и в целом высокую антропогенную нагрузку, данные геосистемы продолжают сохранять основные признаки и отличительные особенности пойменных ландшафтов. Некоторая часть сохранившейся до сегодняшнего дня поймы находится в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Организация ООПТ является одной из наиболее действенных мер по регулированию взаимоотношений человека с природой. В действующем законодательстве Российской Федерации определено, что ООПТ – это «участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение... Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния» [3]. В настоящее время в границах нескольких ООПТ, расположенных

вдоль крупнейших волжских водохранилищ, находятся, в том числе и пойменные острова.

В пределах Горьковского водохранилища пойменные участки включены в состав памятника природы «Дубрава у г. Городца» и природного парка «Озеро Спасское». На сохранившейся пойме Чебоксарского водохранилища охраной поймы занимается Государственный природный биологический (охотничий) заказник Михайловский. Биостанция Казанского государственного университета относится к памятникам природы регионального значения и включает в свой состав часть сохранившейся поймы Куйбышевского водохранилища. В границах Саратовского водохранилища расположены крупнейшие ООПТ – Жигулевский заповедник им. Спрыгина и национальный парк «Самарская Лука» [4]. Границы этих охраняемых территорий захватывают, в том числе и пойменные участки. Сохранившаяся пойма Волгоградского водохранилища находится под охраной трёх ООПТ: памятников природы «Карасевский участок Волго-Большеиргизской поймы», «Пойменные дубравы г. Энгельса» и природного парка «Кумысная Поляна» (рисунок). Отметим, что пойма не всегда является основным объектом охраны в перечисленных выше ООПТ. Так, пойменные участки составляют лишь 8,5 % от территории национального парка «Самарская Лука». Если рассматривать ситуацию в целом, то можно сказать, что в настоящее время в пределах волжской поймы, представляющей из себя разделённые бескрайними просторами водохранилищ незначительные по площади участки, доля охраняемых территорий составляет менее 10 % (таблица). Вместе с тем сохранившиеся пойменные участки продолжают играть роль убежища для редких и занесенных в красную книгу видов животных и растений [5], концентрируют на себе значительную рекреационную нагрузку, являются важной частью экологического каркаса приволжских регионов.



ООПТ в сохранившейся пойме Волгоградского водохранилища

**Площадь сохранившихся участков волжской поймы,  
находящейся в границах ООПТ**

Водохранилище	Общая площадь водохранилища, км <sup>2</sup>	Площадь сохранившейся поймы, км <sup>2</sup>	Площадь поймы в границах ООПТ, км <sup>2</sup>
Горьковское	1590	212,507	50,243
Чебоксарское	2200	93,515	12,590
Куйбышевское	6500	104,681	0,96
Саратовское	1831	1503	108,3
Волгоградское	3117	297,097	34,770

Из приведенной таблицы можно сделать вывод о том, что площади сохранившихся пойменных массивов весьма незначительны. Еще меньшая их часть охраняется. Больше всего охраняемой поймы находится в пределах Горьковского водохранилища. Максимальная площадь сохранившихся пойменных участков расположена в Саратовском водохранилище. Здесь же и охраняются больше всех пойменных ландшафтов. Неблагоприятное положение Куйбышевского водохранилища очевидно, так как являясь рекордсменом по площади, оно практически лишено пойменных территорий. В границах Волгоградского водохранилища доля сохранившихся пойменных земель достаточно велика, что создает перспективу организации в его пределах новых ООПТ. В целом сеть ООПТ, занимающихся охраной волжской поймы, требует значительного расширения.

Таким образом, пойменные ландшафты Волги были практически полностью уничтожены или в значительной степени трансформированы после зарегулирования реки, их восстановление невозможно в ближайшем будущем. Тем не менее, сохранившиеся участки продолжают играть важную средообразующую роль, и можно с уверенностью сказать, что создание особо охраняемых природных территорий в границах оставшихся приплотинных пойменных массивов, расширение границ уже существующих ООПТ, должно стать основным направлением природоохранной деятельности во всём Поволжье. Учитывая сложившуюся на Великой русской реке, по мнению многих учёных и специалистов, неблагоприятную экологическую ситуацию, создание ООПТ приобретает здесь особое значение.

#### Литература

1. Хромых, В. С. Функционирование и динамика пойменных ландшафтов. – Томск: Томский государственный университет, 2008 – 128 с.
2. Спутниковая мозаика [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: kosmosnimki.ru (дата обращения 26.03.2013). Загл. с экрана. Яз. рус.
3. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» // СПС «КонсультантПлюс».
4. Аюпов, А. С. Роль некоторых ООПТ Татарстана в сохранении птиц, занесенных в красную книгу РФ (по материалам рукописей заповедника и экспедиционных работ 2005–2008 гг.) / Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии / А. С. Аюпов и др.// Самарская Лука. 2009. – Т. 18, № 4. – С. 210–216.
5. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Комитет охраны окружающей природной среды и природопользования Саратов. обл. – Саратов: Изд-во Торгово-промышленной палаты Саратов. Обл.; 2006. – 528 с.



## **СЕКЦИЯ 2**

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И СНИЖЕНИЕ РИСКОВ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК**



**П. Я. Бакланов<sup>1</sup>, А. Б. Птицын<sup>2</sup>, Г. Ц. Цыбекмитова<sup>2</sup>,  
В. В. Ермошин<sup>1</sup>, А. П. Чечель<sup>2</sup>, В. П. Каракин<sup>1</sup>**

## **ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АМУР**

<sup>1</sup> ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток;

<sup>2</sup> ФГБУН Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН,  
г. Чита, Россия)

В мире более 260 речных бассейнов относятся к трансграничным водным объектам. Среди них – геосистема бассейна реки Амур – феномен планетарного ранга (табл. 1).

Таблица 1

### **Мировая значимость геосистемы бассейна Амура**

Параметр	Значение	Место в мире, или %
Длина реки, км	4 444	9
Площадь бассейна, млн км <sup>2</sup>	1,85	10
Объем стока, км <sup>3</sup>	357	18
Доля от площади земной суши, %	1,2	–
Население, млн чел.	100	1,5 %

К особенностям бассейна Амура в сравнении с другими крупными реками РФ (кроме, частично Лены) необходимо отнести:

- субширотное простираение;
- формирование катастрофических паводков в позднелетний период;
- незарегулированность основного русла;
- низкий уровень освоения гидропотенциала.

Кроме этого, наиболее значимой особенностью бассейна Амура является его трансграничное положение. Этот трансграничный наиболее крупный в Азии бассейн является очень важным для решения ряда государственных проблем РФ. В первую очередь:

- обеспечение интенсификации освоения Российского Дальнего Востока (РДВ) и Забайкалья, которое возможно только при опоре на опережающее развитие российской части бассейна р. Амур как опорно-тыловой базы;
- выстраивание долгосрочной политики взаимодействия РФ и КНР на государственном уровне, частью которой является принятие в октябре 2009 г. российско-китайской «Программы сотрудничества на 2009–2018 гг. между регионами Дальнего Востока и Восточной Сибири России и северо-востока Китая».

Доминирующая часть планируемого развития в рамках этой Программы на российской части, как и проектируемое российско-китайское взаимодействие, во многом «привязаны» к освоению природно-ресурсного потенциала (ПРП) бассейна. В то же время следует учесть, что в процессе природопользования здесь формируется большая часть экологических, в том числе трансграничных проблем региона, и решены они могут быть также только путем совершенствования последнего [1, 2]. С учетом этого проблема перехода к устойчивому природопользованию является базовой для решения комплекса экологических, экономических, социальных и геостратегических проблем развития бассейна р. Амур. Базовые отрасли природопользования, которые представлены в бассейне (сельское и лесное хозяйство, горнодобывающая промышленность, гидроэнергетика и т. д.) «жестко» связаны потребностью в земельных и водных ресурсах, которые выступают в качестве «сквозных» ресурсов [3]. Поэтому базовая проблема – переход к устойчивому природопользованию в бассейне Амура, может быть сформулирована как обеспечение устойчивости в водопользовании и землепользовании. Под устойчивым

понимается такое природопользование, пространственно-временные структуры которого в течение длительного времени обеспечивают сохранение природно-ресурсного потенциала и высокого качества окружающей среды, необходимых и достаточных для устойчивого регионального развития [1, 2, 4].

Река Амур выполняет своеобразную функцию эколого-географической оси, когда её экологическое состояние в значительной мере отражает воздействие на нее всей системы природопользования в бассейне [5]. Высокая исходная пространственная изменчивость географических условий и ПРП в пределах бассейна, а также неравномерность развития и различия систем природопользования на национальных частях бассейна р. Амур привели к асимметрии практически всех ресурсно-экономических параметров на рассматриваемой территории (табл.2).

Таблица 2

**Базовые показатели национальных частей бассейна р. Амур**

Показатели	РФ	КНР	Монголия
Площадь, км <sup>2</sup>	1009	865	32
Население, млн чел.	5,24	89,2	0,18
Площадь пашни, млн га	2,785	24,4	0,23
Лесные земли, млн га	119,1	39	1,6
Водные ресурсы, км <sup>3</sup>	257	100	2
Водопотребление, км <sup>3</sup>	1,8	62	–
ГЭС, уст. мощн., МВт	3340	4480	–

Пространство российской части бассейна Амура может быть разделено на ряд природно-хозяйственных среднемасштабных трансграничных геосистем с точки зрения перспектив устойчивого природопользования:

Бассейн Уссури – развитие структур природопользования на основе существующих ресурсов с принципиально новым уровнем экологизации технологий;

Средний Амур – существуют объективные предпосылки перехода к устойчивому природопользованию, нет принципиальных объективных препятствий (кроме количества и качества водных ресурсов);

Нижний Амур – имеются объективные предпосылки перехода к устойчивому природопользованию, а принципиальные объективные препятствия выступают в виде пока что низкого качества водных ресурсов;

Верхний Амур – Даурия – имеется противоречивые тенденции, связанные со значительной пространственно-временной изменчивостью ПРП и нерациональностью природопользования. Последнее рассмотрим на примере р. Аргунь. Природопользование на данной территории является наиболее проблемным в пределах бассейна р. Амур. Возникшая реальная межгосударственная проблема в связи с забором КНР части стока р. Аргунь, существующие здесь экологические проблемы в большей или меньшей степени показательны для бассейна в целом.

Бассейн р. Аргунь представляет собой трансграничную географическую и экологическую систему, охватывающую территории России Китая и Монголии. Река Аргунь, являясь правой составляющей р. Амур, берет начало на западном склоне хребта Большой Хинган. Ее верхнее течение находится на территории Китая, а общая длина составляет 1683 км, из которых 951 км в пределах Забайкальского края

является естественной границей между Россией и Китаем. Общая площадь водосбора 164 тыс. км<sup>2</sup>, в Забайкальском крае – 49,1 тыс. км<sup>2</sup>. Сезонное распределение стока р. Аргунь (Новоцурухатуй): составляет: зимой – 10,3 %; весной – 15,2 %; летом – 45,6 % и осенью – 28,9 % от годового стока.

Для режима атмосферных осадков, стока рек, уровня озер характерны циклические колебания. Индикатором засушливого климатического цикла являются пульсирующие Торейские озера (оз. Барун Торей высыхает полностью с периодичностью 25–40 лет) [6, 7].

Модульные коэффициенты стока р. Аргунь за многоводные и маловодные годы в пределах Забайкальского края составляют соответственно 2,29 (46,7 км<sup>3</sup> в год) и 0,36 (7,7 км<sup>3</sup>) [8]. Изменение гидрологического режима поверхностных вод определяется не только природными, но и антропогенными факторами, например усиленным забором воды в связи с развитием горнодобывающих предприятий, объектов энергетики, межбассейнового перераспределения речного стока и формированием водохранилищ в бассейне р. Аргунь-Хайлар. При этом возникает проблема негативного трансграничного воздействия водохозяйственных мероприятий на водообеспеченность районов нижнего течения Аргуни и связанных с ним проблем экологической безопасности.

В связи с тем, что в бассейне Аргуни развита горнодобывающая промышленность на базе месторождений цветных, редких и благородных металлов, среди основных негативных последствий горнорудного производства отмечается пылевое загрязнение атмосферы и почвенного покрова токсичными компонентами вследствие ветрового переноса их с отвалов и хвостохранилищ и поступление загрязняющих веществ в поверхностные и подземные воды [9]. Состояние водосборного бассейна, особенно в засушливый период с меньшими годовыми стоками, сказывается на качестве поверхностных и подземных вод. В целом за 2011 г., по данным стационарных наблюдений ГУ «Читинский ЦГМС-Р», воды р. Аргунь на участке пос. Молоканка – с. Олочи и воды пр. Прорва оценены как очень грязные (4 класс качества), УКИЗВ=5,08-6,16 [10].

Кроме горнорудного производства, большая часть экономической активности в бассейне Аргуни в России, Китае и Монголии приходится на сельскохозяйственные угодья, среди которых преобладают естественные пастбища. Сельское хозяйство в целом ведется в условиях малого увлажнения и периодических засух. Основная специализация: мясное и мясошерстное животноводство и производство зерновых культур [11].

В бассейне р. Аргунь отмечается наличие участков с уникальным биологическим разнообразием. В верхней части Аргуни (РФ) отмечено 227 видов как гнездящихся, так и мигрирующих видов птиц, из которых 11 занесены в Красный список глобально угрожаемых видов МСОП. Это одно из важнейших на планете мест остановки водоплавающих и околоводных птиц во время миграции. К 2007–2009 гг. в Даурской степи высохло приблизительно 95 % мелких и средних озер, ключей и рек. В засушливые годы возник резкий дефицит мест обитания птиц. Так, к 2007 г. не менее 70 % мест гнездования даурских журавлей и сухоносов стали непригодны для обитания, и птицы вынуждены были концентрироваться на немногих уцелевших водно-болотных угодьях бассейна среднего течения р. Аргунь [12, 13].

В связи с климатическими изменениями, которые усилены складывающимся природопользованием в верховьях бассейна р. Амур происходит трансформация природных комплексов. Лимитирующим фактором природопользования в данном бассейне выступают водные ресурсы (дефицит воды и ее качество), которые определяют водохозяйственные и гидроэкологические конкурентные возможности развития, приводящие к конфликту межгосударственных интересов. С целью перехода к устойчивому природопользованию, гибкому регулированию стока и контролю трансграничных переносов загрязняющих веществ необходимо придать бассейну реки Амур особый статус (аналогично оз. Байкал). Кроме того, необходима и важна межгосударственная договорная основа.

*Статья подготовлена в рамках выполнения партнерского интеграционного проекта СО РАН–ДВО РАН–УрО РАН «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ состояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегиональных взаимодействий».*

#### Литература

1. Бакланов, П. Я. Глобальные и региональные риски устойчивого природопользования в бассейне Амура / П. Я. Бакланов, Б. А. Воронов // Изв. РАН, сер. геогр., № 2, 2010. С. 17–24.
2. Бакланов, П. Я. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования / П. Я. Бакланов, С. С. Ганзей. – Владивосток: Дальнаука. 2008. – 215 с.
3. Геосистемы Дальнего Востока на рубеже XX–XXI веков. Т. 2 Природные ресурсы и региональное природопользование / кол. авторов; отв. ред. П. Я. Бакланов, В.П. Каракин. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 560 с.
4. Ганзей, С.С. Динамика использования земель в бассейне р. Амур в XX веке / С. С. Ганзей, В. В. Ермошин, Н. В. Мишина // География и природные ресурсы, №2, 2010. С. 30–38.
5. Приграничные и трансграничные территории Азиатской России и сопредельных стран (проблемы и предпосылки устойчивого развития) / Отв. ред. П. Я. Бакланов, А.К. Тулохонов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 610 с.
6. Обязов, В.А. Связь колебаний водности озер степной зоны Забайкалья с многолетними гидрометеорологическими изменениями на примере Торейских озер // Изв. РГО. Т. 124. Вып. 5. 1994. С. 48–54.
7. Обязов, В.А. Изменения температуры воздуха и увлажненности территории Забайкалья и приграничных районов Китая // Природоохранное сотрудничество Читинской области (Российская Федерация) и автономного района Внутренняя Монголия (КНР) в трансграничных экологических регионах / Матер. межд. конф. (Чита, 29-31 октября 2007 г.). – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2007. С. 247–250.
8. Чечель, А. П. Водные ресурсы Читинской области (экономико-географический анализ) / А. П. Чечель. – Новосибирск: Наука, 1985. – 96 с.
9. Замана, Л. В. Гидрогеохимические проблемы разработки золоторудных месторождений Восточного Забайкалья / Геоэкологические, экономические и социальные проблемы природопользования: Матер. науч.-практ. конф. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2011. С. 155.
10. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2011 г./ Правительство Забайкальского края. – Чита: Экспресс-изд-во, 2012. С. 28.
11. Багова, В. З. Природно-ресурсный потенциал и развитие сельского хозяйства приграничных районов Восточного Забайкалья. / Приграничные и трансграничные территории Азиатской России и сопредельных стран (проблемы и предпосылки устойчивого развития). Отв. ред. П. Я. Бакланов, А. К. Тулохонов; Интеграционные проекты СО РАН; вып. 23. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – С. 551–560.
12. Горошко, О. А. Традиционное скотоводство и экологические проблемы трансграничной Даурии в условиях многолетних засух / Социально-эколого-экономические проблемы развития приграничных регионов России-Китая-Монголии: Матер. науч.-практ. конф. – Чита: Экспресс-изд-во, 2010. С. 25-30.
13. Горошко, О.А. Влияние многолетних климатических циклов на орнитокомплексы Даурии / Геоэкологические, экономические и социальные проблемы природопользования: Матер. науч.-практ. конф. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2011. С. 140–142.

**Г. Х. Исмайлов, Н. В. Муращенко**  
(ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет  
природообустройства», г. Москва, Россия)

### РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ И ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА БАССЕЙНА РЕКИ ВОЛГИ

В настоящее время по имеющимся экспериментальным данным гидрометеорологических наблюдений наиболее достоверно из элементов водного баланса определяются атмосферные осадки и речной сток, что нельзя сказать о других элементах водного баланса, особенно суммарном испарении и изменении бассейновых влагозапасов.

В данной работе рассматривается определение суммарного испарения и изменение бассейновых влагозапасов при заданных величинах годовых и сезонных значений атмосферных осадков и речного стока за многолетний период гидрометеорологических наблюдений.

Наиболее распространенным подходом к определению суммарного испарения с использованием лишь данных по стоку и осадкам, является его оценка по разности суммарных атмосферных осадков и речного стока. Этот подход широко используется при оценке среднесезонных величин годового суммарного испарения при допущении, что изменение бассейновых влагозапасов для средних и крупных речных бассейнов за достаточно длительный период времени близко к нулю. Так как изменение бассейновых влагозапасов в конкретные годы и в целом за год, а тем более – за сезон, месяц, декаду или сутки, априори отлично от нуля, такой подход, разумеется, чреват значительными погрешностями. В связи с этим в настоящей работе рассматриваются методические подходы для оценки суммарного испарения и изменения бассейновых влагозапасов.

Рассмотрим уравнение водного баланса речного бассейна в виде:

$$P_i + \Delta V_i = R_i + E_i, \quad (1)$$

где  $P_i, \Delta V_i, R_i, E_i$  – годовые осадки, изменение бассейновых влагозапасов ( $\Delta V_i = V_{н,i} - V_{к,i}$ ), сток и испарение соответственно [1].

Таким образом, при одновременном протекании в бассейне процессов стока и испарения уравнение (1) принимает следующий вид:

$$P_i + \Delta V_{i,R} + \Delta V_{i,E} = R_i + E_i, \quad (2)$$

$$\Delta V_i = V_{i,R} + V_{i,E} \quad (3)$$

т. е. бассейновые влагозапасы разделяются по их участию в формировании стока ( $R$ ) и испарения ( $E$ ).

В этих условиях была принята гипотеза о существовании лишь одного «глобального» состояния равновесия гидрологической системы рассматриваемого речного бассейна, при котором осадки участвуют в равной степени в формировании стока и испарения [2, 3]. При этом:

$$\left. \begin{aligned} R_i &= E_i \\ k_{i,R} &= k_{i,E} = 0,50 \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

тогда

$$\left. \begin{aligned} V_{i,R} &= R_i - R_i \\ V_{i,E} &= E_i - E_i \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где

$$\left. \begin{aligned} R_i &= E_i = 0,50 P_i \\ V_i &= V_{i,R} + V_{i,E} \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Устанавливаем зависимость вида:

$$[\Delta V_{i,E}] = f(P_i, R_i, [\Delta V_{i,R}]) \quad (7)$$

Для определения изменения бассейновых влагозапасов, участвующих в формировании суммарного испарения рекомендуются следующие уравнения:

$$[\Delta V_{i,E}] = a \Delta [\Delta V_{i,R}] + b \Delta P_i + [\Delta V_{i,E}]_{\text{ср}}, \quad (8)$$

где

$$\Delta [\Delta V_{i,R}] = [\Delta V_{i,R}] - [\Delta V_{i,R}]_{\text{ср}}, \quad \Delta P_i = P_i - P_{\text{ср}},$$

$$[\Delta V_{i,E}]_{\text{ср}} = - [\Delta V_{i,R}]_{\text{ср}}, \quad \text{при } [\Delta V_i]_{\text{ср}} = 0, \quad \text{а } [V_{i,R}]_{\text{ср}} = R_{\text{ср}} - 0,5P_{\text{ср}}.$$

Зависимость (8) используется для определения ежегодного испарения

$$[E_i] = 0,5P_i + [\Delta V_{i,E}] \quad (9)$$

Предложенная методика позволила получить временные ряды ( $n = 87$  лет) основных элементов водного баланса ЭВБ (речной сток, атмосферные осадки, суммарное испарение и бассейновые влагозапасы) по 11 частным водосборам бассейна р. Волги за период половодья, межени и года в целом. Разумеется, наличие столь длительных временных рядов позволило осуществить пространственно-временной анализ элементов водного баланса рассматриваемого бассейна. Дополнительно к традиционно рассматриваемым ЭВБ были определены также разности «осадки – сток» и «осадки – испарение». В результате мы располагаем 144 временными рядами ЭВБ длительностью 87 лет каждый для периодов половодья и межени. Для этих рядов определены выборочные оценки основных статистических параметров (среднее значение, стандарт, коэффициент вариации, внутрирядные и межрядные связи и т. п.) (таблица).

**Выборочные оценки основных статистических параметров временных рядов годовых и сезонных величин ЭВБ зоны формирования стока в бассейне р. Волги за 1914/1915 – 2000/2001 гг. ( $n = 87$  лет), мм/год**

Статистические параметры	Весеннее половодье (IV – VI)				Межень (VII – III)				Год (IV – III)			
	PВ	RB	EB	±VB	PM	RM	EM	±VM	PG	RG	EG	±VG
Среднее	329	87	141	-101	444	56	388	0	672	143	529	0
Стандарт	47	18	43	50	81	16	61	87	84	28	71	87
Коэффициент вариации, $C_v$	0,14	0,21	0,31	-0,49	0,18	0,28	0,16	-	0,13	0,20	0,13	-
Коэффициент асимметрии, $C_s$	0,29	0,42	0,61	-0,98	0,36	0,57	0,31	-	0,26	0,40	0,26	-
$r[1]$	-0,08	+0,18	+0,18	+0,17	+0,08	+0,44	+0,36	+0,48	+0,11	+0,50	+0,53	+0,48

Ретроспективный анализ временных рядов ЭВБ позволил разделить всю территорию бассейна р. Волги на 4 района по условиям стационарности основных статистических параметров элементов водного баланса, а также их внутрирядной и межрядной связи. Следовательно, по изменчивости структуры и динамики элементов водного баланса, территория бассейна р. Волги разделена на 4 района. Верхняя Волга (частные водосборы Ивановского, Угличского, Рыбинского и Нижегородского водохранилищ), Средняя Волга (частные водосборы Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ), р. Кама (частные водосборы Камского, Воткинского и Нижнекамского водохранилищ) и Нижняя Волга (частные водосборы Саратовского и Волгоградского водохранилищ).

Анализ автокорреляционной функции показал, что обнаруживается умеренная связь между водностью стока смежных лет, аналогичное положение наблюдается и в

период меженного стока (таблица). К сожалению, этого нельзя сказать в отношении атмосферных осадков. Так же как и для речного стока обнаруживается умеренная связь между смежными отрезками времени суммарного испарения и изменения бассейновых влагозапасов. Если рассматривать межрядные связи, то наиболее тесная обратная связь наблюдается между осадками и бассейновыми влагозапасами ( $r = -0,73 - -0,97$ ), а прямая связь – между осадками и речным стоком ( $r = 0,43-0,59$ ) в период половодья. Еще более тесная связь обнаруживается между осадками и стоком ( $r = 0,55-0,70$ ) и между осадками и испарением ( $r = 0,70-0,81$ ) в период межени.

Анализ структуры водного баланса половодья и межени по частным водосборам бассейна р. Волги в абсолютном и относительном выражениях (по отношению к среднемноголетним годовым атмосферным осадкам) свидетельствуют об относительном постоянстве структуры водного баланса для большей части бассейна р. Волги за исключением лишь частных водосборов Саратовского и Волгоградского водохранилищ (бассейн Нижней Волги), расположенных в степной и частично засушливой зоне. Для этой части бассейна на фоне снижения общей увлажненности территории до 500 мм/год снижается доля весеннего (0,11) и особенно меженного (0,04) стока при увеличении доли суммарного испарения соответственно 0,22 и 0,64, а в целом за год до 0,54. Для остальной части бассейна доля весеннего испарения колеблется от 0,14 до 0,18, для периода межени – от 0,48 до 0,57 при относительном постоянстве доли стока в пределах от 0,16 до 0,22 весной и от 0,08 до 0,15 в период межени.

Для всех участков бассейна для периода весеннего половодья кроме того характерна аккумуляция части атмосферных осадков в размере 90–100 мм (15–20 % среднемноголетнего годового стока), т. е. эта часть осадков периода весеннего половодья участвует в формировании водного баланса межени в качестве дополнительных осадков и поэтому должна учитываться при определении ЭВБ межени. Из условия равенства нулю изменения влагозапасов за достаточно длительный период времени, очевидно, что в течение межени происходит их сработка, величина которой соответствует накоплению запасов воды в весенний период.

Анализ выборочных коэффициентов корреляции между ЭВБ для частных водосборов бассейна р. Волги за периоды весеннего половодья и межени, и в целом для года за период 1914/1915 – 2000/2001 гг. ( $n = 87$  лет) показывает наличие высокой связи между стоком и эффективными осадками ( $P-E$ ) в годовом и сезонном разрезе от  $r = 0,61$  (для частного водосбора Камского водохранилища) до  $r = 0,90$  (для частного водосбора Куйбышевского водохранилища). Это позволяет выбрать для оценки величин речного стока, прежде всего, «эффективные осадки», а также атмосферные осадки и суммарное испарение, т. е. рассматривать связи вида:  $R = f(P-E)$ ,  $R = f(P, E)$ ,  $R = f(P, E, T)$ .

Таким образом, были получены уравнения связи между речным стоком и определяющими его климатическими факторами для всех частных водосборов р. Волги за период весеннего половодья, межени и года в целом. Полученные уравнения создают возможность оценки стока р. Волги для различных сценариев климата, полученных по климатическим моделям общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО).

Выявленные закономерности изменчивости ЭВБ за периоды весеннего половодья и межени, а также оценка степени их взаимосвязи для бассейна р. Волги также дают возможность определить приточность к основным гидроузлам Волжско-Камского каскада водохранилищ как в условиях современного климата, так и при различных сценариях возможного изменения климата.

## Литература

1. Булавко, А. Г. Водный баланс речных водосборов./ А. Г. Булавко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 304 с.

2. Исмаилов, Г. Х. Межгодовая изменчивость и взаимосвязь элементов водного баланса бассейна р. Волги / Г. Х. Исмаилов, В. М. Федоров // Водные ресурсы, 2008. Т. 35. № 3. С. 259–276.

3. Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края / Под ред. В. С. Мезенцева. – М. : «Колос», 1974. – 240 с.

**Д. И. Иудин, О. В. Кащенко**  
(ННГАСУ, г. Н.Новгород, Россия)

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Мониторинг является инструментом информационного обеспечения системы управления хозяйственной и природоохранной деятельностью, основными функциями которого являются:

- систематическое получение параметрической информации о качественных и количественных характеристиках контролируемого объекта или процесса;
- оценка текущего состояния;
- определение тенденций его изменения и прогнозирование развития.

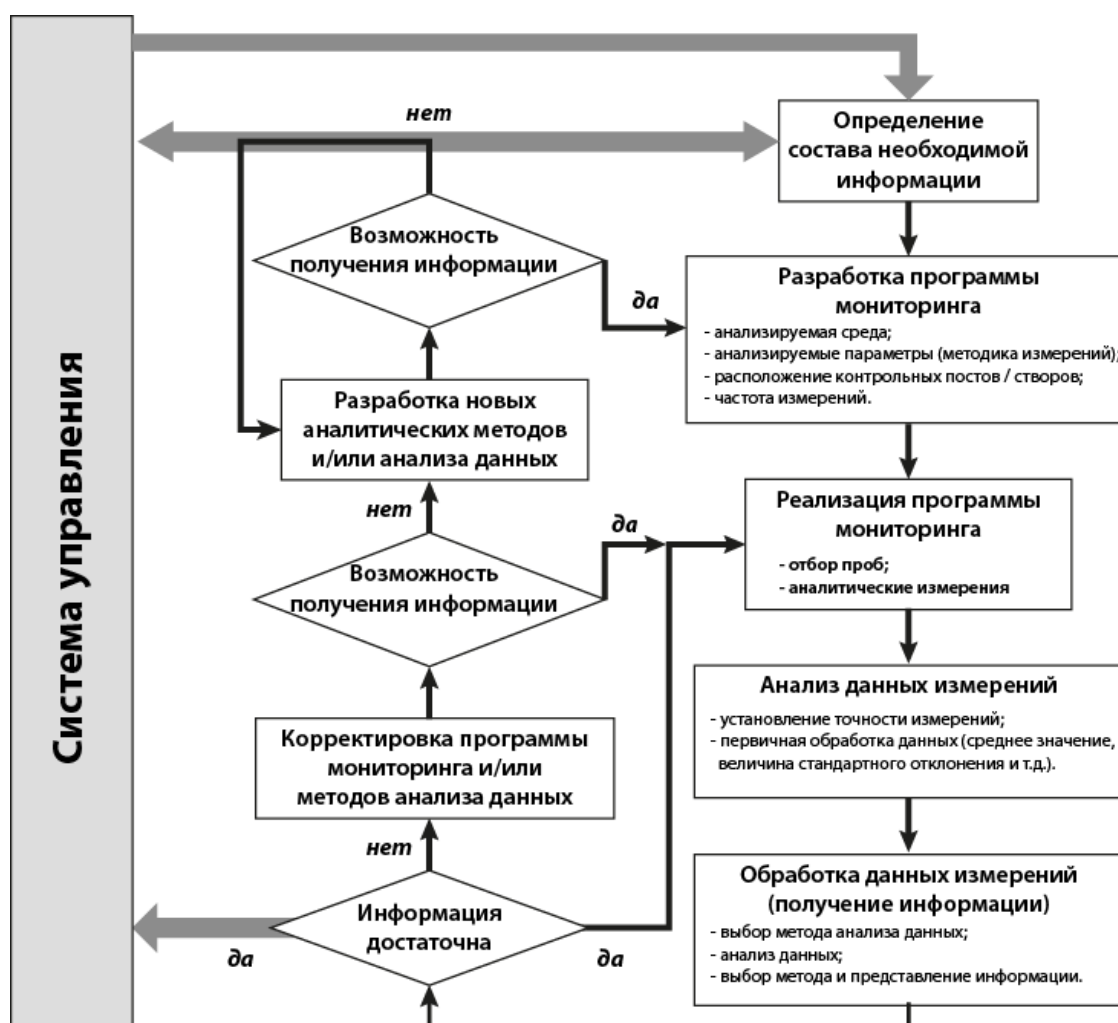


Схема мониторинга



Мониторинг, как инструмент информационного обеспечения системы управления

Для современных систем мониторинга, независимо от вида контролируемых сред или процессов, характерны две взаимосвязанные проблемы:

1. Высокая стоимость мониторинга.

Данная проблема обусловлена целым рядом факторов, к которым, прежде всего, следует отнести:

– рост числа загрязняющих компонентов в результате бурного технологического прогресса последнего столетия;

– снижение пороговых концентраций большого числа токсичных веществ подлежащих контролю, что требует разработки высокотехнологичных аналитических средств;

– рост количества потенциально опасных объектов и процессов.

2. Недостаточная информативность систем мониторинга.

Информативность выступает ключевым показателем эффективности системы мониторинга как инструмента, необходимого для систем управления человеческой деятельностью.

Недостаточная информативность связывается, прежде всего, с ограниченностью числа анализируемых параметров. Ежегодно в мире синтезируется до 250 000 новых соединений, из которых более 50 000 являются опасными для человека. Такая интенсивность не позволяет разработать нормативы для всех компонентов и таким образом осложняет оценку состояния сред.

Современные высокотехнологичные аналитические комплексы (лаборатории) способны производить измерения 150–200 показателей качества сред. При этом число установленных нормативов содержания загрязнений может быть (как в случае с контролем водных объектов) на порядок больше. На примере мониторинга водных объектов также следует отметить, что регулярная практика контроля состояния водоемов обычно базируется на измерении 30–50 показателей. Таким образом, если исходить из общего количества веществ в окружающей среде, оцениваемого в 6 000 000, то сегмент контролируемых веществ и параметров составляет 0,0001 – 0,0003 %. При этом уровень наших знаний о состоянии окружающей среды можно оценить еще меньшими величинами, так как необходимые методы интегральной оценки измеряемых параметрических показателей качества различных сред отсутствуют. Кроме того, «судьба» большинства веществ поступающих в окружающую среду, неизвестна, т.к. возможна их трансформация в результате биохимического окисления и химических реакций.

Как показывает практика, простое увеличение числа контролируемых параметров состояния сред (воздушной, водной, почвенной и т. д.) не приводит к повышению эффективности систем мониторинга. Однако это ведет к значительному росту стоимости системы мониторинга. При этом возникает проблема переизбытка данных, которая может выражаться в снижении оперативности системы мониторинга.

С другой стороны, классические статистические методы анализа временных рядов данных не позволяют перейти к интегральной оценке тенденций изменения качества сред в случае необходимости изучения (поиска) комплексных зависимостей процессов, происходящих в различных средах или имеющих различную природу. Ограниченность традиционных методов также обусловлена невозможностью анализа и прогнозирования процессов, для которых характерны резкие (скачкообразные) изменения параметров (и всех производных), принципиальная нестационарность наблюдаемой среды. Примерами таких процессов в атмосфере являются штормы, торнадо, резкие смены температуры (оледенение, аномальная жара), ливневые паводки, снежные бураны.

При этом следует отметить, что существующие системы мониторинга являются средо-ориентированными (вода, воздух, почвы и т.д.). Соответственно анализ данных также сегментирован и методически не обеспечивает анализ взаимосвязей процессов между средами. Поэтому важнейшей задачей, с точки зрения повышения эффективности систем мониторинга, является разработка новых методов анализа

данных, обеспечивающих дополнительные возможности (резервы) получения информации.

В ИПФ РАН в сотрудничестве с кафедрой ЮНЕСКО ННГАСУ начаты теоретические и экспериментальные исследования, направленные на решение этой задачи.

На первом этапе работ предусматривается использование специализированных метеостанций Oregon Scientific. Станция представляет собой автоматизированный комплекс измерения ряда метеопараметров (см. таблицу).

#### **Технические характеристики метеостанции Oregon Scientific WMR88**

Тип измерения	Характеристика
Диапазон измерения температуры	-30 – 60 °С
Диапазон измерения влажности	5 – 95 %
Барометр	есть, отображение на экране атмосферного давления
Характеристики ветра	скорость, направление
Выносной датчик	беспроводной (радиус приема 100 м), макс. число датчиков – 3, в комплекте – 3
Передача данных	частота передачи 433,92 МГц
Питание	автономное / от сети, батареи типа АА
Дополнительная информация	измерение УФ излучения (при покупке дополнительного датчика), измерение уровня выпавших осадков в виде столбиковой диаграммы, определение индекса жары и точки росы

Предполагается создание сети автономных станций для мониторинга нескольких метеорологических параметров с высоким пространственно-временным разрешением, последующий анализ и визуализация полученных данных с использованием методов мультифрактального анализа данных для локального прогнозирования погоды.

Новизна подхода заключается в использовании для работы с данными распределенного мониторинга мультифрактального анализа и теории перколяции, применяемых в фундаментальной науке для исследования иерархических систем.

Основными задачами первого этапа являются:

1. Определение и предсказание резкой смены климатических условий.
2. Получение более высокого пространственно-временного разрешения без пропорционального увеличения числа погодных станций.
3. Дистанционное определение исправности и правильности работы станций и датчиков сети мониторинга.
4. Реализация голографического подхода (большое в малом) к восстановлению утраченной информации при нарушении работы сети за счет реконструкции недостающих фрагментов мультифрактального информационного поля.

На следующем этапе исследований предполагается дополнить локальную сеть системой мониторинга водных объектов для разработки методов совместного анализа межсредовых параметрических данных.

**Н. А. Бархатов<sup>1,2</sup>, Е. А. Ревунова<sup>1</sup>, А. Б. Виноградов<sup>2</sup>**  
(<sup>1</sup> ННГАСУ; <sup>2</sup> НГПУ им. Козьмы Минина, г. Н. Новгород, Россия)

## ГЕОМАГНИТНЫЕ БУРИ И ЭВОЛЮЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ МАГНИТНЫХ ОБЛАКОВ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА

*Работа посвящена изучению эволюции магнитных облаков солнечного ветра при их распространении на трассе Солнце–Земля и влияния ориентации облаков на сезонную вариацию геомагнитной активности.*

### Введение

Геомагнитными бурями называют резкое понижение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли. Геомагнитные бури являются одним из важнейших элементов космической погоды. Они приводят к нарушению связи, систем навигации, возникновению вихревых индукционных токов в трансформаторах и трубопроводах и даже их разрушению, влияют на здоровье и самочувствие людей, а также на возникновение несчастных случаев и случаев травматизма на транспорте и производстве. В связи с этим геомагнитные бури являются важным объектом экологической и технической безопасности. Источниками геомагнитной активности являются потоки солнечной плазмы, несущие в своем объеме компоненту межпланетного магнитного поля (ММП), имеющую направление противоположное (отрицательное  $B_z$ ) геомагнитному полю. Установлено, что интенсивность магнитных бурь тем выше, чем значительнее величина  $B_z$  в плазменном потоке.

В настоящее время установлено, что основным источником интенсивных геомагнитных бурь являются магнитные облака [1]. Магнитные облака являются крупномасштабными выбросами солнечной плазмы с монотонным вращением вектора магнитного поля, высоким значением магнитного поля и относительно низкой температурой. Высокая геомагнитная активность магнитных облаков связана с наличием в их объеме значительных отрицательных значений  $B_z$ .

Моделирование распределения магнитного поля в облаке может быть получено в рамках бесспиновой цилиндрической потоковой нити (рис. 1) [2] дающее успешное описание магнитного поля на основе шести параметров облака: значение вектора магнитного поля на оси  $B_0$  (нТл), радиус облака  $R$  ( $R_e$ , радиус Земли), прицельный параметр  $b$  ( $R_e$ ) – расстояние от оси облака до линии Солнце–Земля, спиральность  $H$ , показывающая направление вращения вектора магнитного поля в облаке, и углы ориентации облака в пространстве: угол наклона оси облака к плоскости эклиптики ( $\epsilon$ ) и угол между осью  $X$  в солнечно-ekliптической системе координат и проекцией оси на плоскость эклиптики ( $\beta$ ).

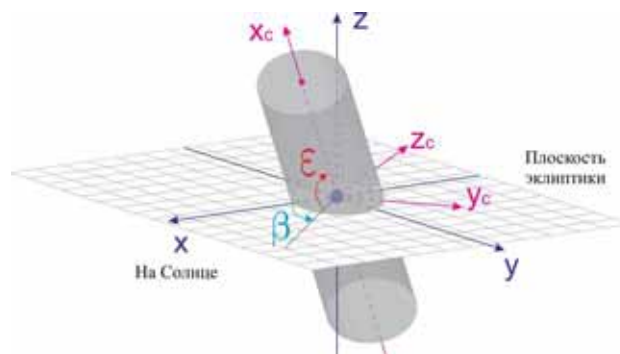


Рис. 1. Модель цилиндрического магнитного облака

Длительное наблюдение геомагнитной активности показало существование ее полугодовых вариаций, проявляющихся весной и осенью в виде максимумов в долгосрочных средних значениях различных индексов геомагнитной активности [3]. На данный момент для объяснения сезонных вариаций геомагнитной активности предложено и проверено несколько гипотез: осевая гипотеза, в которой основную роль играет гелиографическая широта Земли, и гипотеза равноденствия, согласно которой геомагнитная активность увеличивается, когда угол между земным диполем и потоком солнечного ветра составляет  $90^\circ$  [4]. Все предложенные гипотезы учитывают только взаимную ориентацию Солнца, солнечного потока и диполя Земли, не затрагивая внутреннюю структуру потоков и их характеристики. Вместе с тем такие геоэффективные структуры как магнитные облака обладают выраженной ориентацией в пространстве, определяемой магнитными силовыми линиями группы солнечных пятен, которые в свою очередь имеют наиболее предпочтительные расположения в виде ведущего и ведомого пятен [5]. В связи с этим наблюдается изменение проекции осевого магнитного поля облаков на земной диполь в течение года, что ведет к их различной геоэффективности в периоды равноденствия и солнцестояния.

Целью данного исследования является изучение эволюции ориентации магнитного облака при движении в межпланетном пространстве от Солнца к Земле и исследование зависимости сезонной вариации геомагнитной активности от его ориентации в плоскости эклиптики.

*Результаты изучения эволюции ориентации магнитных облаков на трассе Солнце–Земля и ее влияния на сезонную вариацию геомагнитной активности*

Изучение эволюции ориентации магнитных облаков при распространении в межпланетном пространстве выполнялось на 11 событиях, зарегистрированных спутниковой системой OMNI в околоземном пространстве в период с 2007 по 2011 гг., и определенных в литературе как магнитные облака [6]. Солнечный источник и его ориентация в плоскости эклиптики для каждого из анализируемых событий устанавливалось по данным каталога корональных выбросов LASCO, а также фотографиям солнечной поверхности, полученных различными инструментами на КА «SOHO» и «STEREO A, B». Использование данных о состоянии солнечной поверхности с КА «SRETEO A, B» и «SOHO», ведущих наблюдение с трех различных углов зрения, позволяет визуально оценить пространственную ориентацию магнитного поля солнечного источника. На основе сопоставления ориентации солнечного источника с ориентацией магнитного облака в окрестности Земли, полученной в результате его моделирования, можно сделать вывод об эволюции магнитных облаков на трассе Солнце–Земля.

В качестве примера выполненного анализа рассмотрим *магнитное облако, зарегистрированное 14.01.2007*. Согласно данным каталога LASCO солнечный источник данного магнитного облака был зарегистрирован 09.01.2007 в 11:54. Динамика солнечного источника хорошо видна на фотографиях со всех КА «SOHO STEREO A, B». На рис. 2. представлена структура солнечного источника магнитного облака с КА «STEREO B» 09.01.2007 11:22.

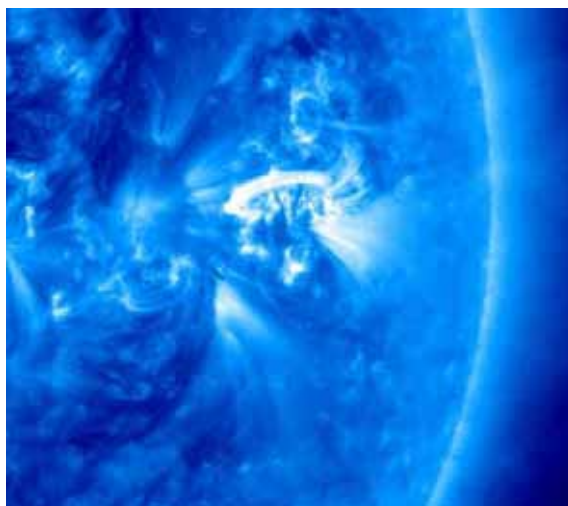


Рис. 2. Конфигурация замагниченных плазменных трубок в области солнечного источника магнитного облака, зарегистрированного 14.01.2007 (фотография солнечной поверхности с КА «STEREO B» 09.01.2007 11:22)

Как следует из рис. 2., солнечный источник рассматриваемого магнитного облака располагался практически параллельно плоскости эклиптики. Моделирование структуры данного облака, зарегистрированного у Земли, как бессиловой потоковой трубки, показало, что облако имело небольшой угол наклона оси к плоскости эклиптики  $\varepsilon = -3^\circ$ . Полученный результат свидетельствует о том, что ориентация магнитного облака не изменилась при его движении в межпланетном пространстве от Солнца к Земле.

Подобный анализ, проведенный для всех рассматриваемых облаков, показал, что в основном ориентация магнитного облака сохраняется (73 % облаков). Изменение ориентации отмечается для магнитных облаков, солнечные источники которых располагаются под углом к солнечному экватору. В этом случае при движении в межпланетном пространстве облако «разворачивается» и укладывается на плоскость эклиптики.

Изучение влияния ориентации магнитных облаков на сезонную вариацию геомагнитной активности проводилось на основе анализа геомагнитной обстановки во время регистрации рассматриваемых магнитных облаков. Так, например, магнитные облака схожей ориентации 14.01.2007 (период солнцестояния,  $\varepsilon = -3^\circ$ ) и 29.10.2009 (период равноденствия,  $\varepsilon = -1^\circ$ ) содержали в своем объеме  $B_z = -7$  и  $-6$  нТл, соответственно. Следовательно, они должны были вызвать магнитные бури равной интенсивности. Однако, как показал проведенный анализ, интенсивность магнитной бури в период равноденствия почти в два раза выше: 14.01.2007  $Dst = 18$  нТл, 29.10.2009  $Dst = -40$  нТл.

Таким образом, в результате выполненного исследования было установлено, что магнитные облака с небольшими значениями угла наклона оси к плоскости эклиптики являются более геоэффективными структурами в периоды равноденствия. Такая ориентация облака является наиболее вероятной вследствие преимущественно продольного расположения солнечному экватору ведущего и ведомого пятен, представляющих солнечный источник.

#### Литература

1. Burlaga L., Sittler E., Mariani F., Schwenn N. Magnetic loop behind an interplanetary shock: Voyager, Helios and IMP 8 observations // J. Geophys. Res. 1981. V. 86. P. 6673–6684.

2. Бархатов, Н. А. Проявление конфигураций магнитных облаков солнечного ветра в геомагнитной активности / Н. А. Бархатов, Е. А. Калинина, А. Е. Левитин // Космические исследования. 2009. Т. 47. № 4. С. 300–310.
3. Cortie A.L. Sunspots and terrestrial magnetic phenomena, 1898–1911: the cause of the annual variation in magnetic disturbances // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 1912. V.73. P.52.
4. Russell C.T., McPherron R.L. Semiannual variation of geomagnetic activity // J. Geophys. Res. 1973. V.78. P.24.
5. Витинский, Ю. И. Солнечная активность / Ю. И. Витинский – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983. –192 с.
6. Kilpua E. K. J., Li Y., Luhmann J. G., Jian L. K., and Russell C. T. On the relationship between magnetic cloud field polarity and geoeffectiveness // Ann. Geophys. 2012. V. 30. P. 1037–1050.

**О. М. Бархатова<sup>1</sup>, Н. В. Косолапова<sup>2</sup>, Н. А. Бархатов<sup>1,2</sup>**  
(<sup>1</sup> ННГАСУ; <sup>2</sup> НГПУ им. Козьмы Минина, г. Н. Новгород, Россия)

## ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК МАГНИТОГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН

*Обнаружено существование магнитогравитационных волн (МГВ) в период сильного землетрясения 17 июля 2006 г. магнитудой 7,7 баллов по шкале Рихтера, произошедшего на западном побережье Индонезии (9,33° ю.ш., 107, 26° в.д.). Предполагено, что возникновение МГВ может быть как предвестником, так и свидетельством процесса затухания сейсмической активности.*

### *Введение*

Колебания концентрации ионосферных слоев часто связывают с наличием в ионосфере перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ), одним из известных источников которых являются землетрясения [1,2]. Существование ПИВ обычно связывается с прохождением акустико-гравитационных волн (АГВ), однако при таком подходе существуют трудности в объяснении высоких скоростей распространения АГВ больших пространственных масштабов (превышающих 1300 м/с) [3]. Предлагаемый в данной работе подход к проблеме возникновения и переноса подобных ПИВ заключается в учете электромагнитного процесса, который имеет место для высокопроводящей ионосферы, находящейся в геомагнитном поле [4]. Следствием такого учета является возникновение магнитогравитационных волн (МГВ), в которых при рассмотрении гидродинамического движения ионосферной среды в поле силы тяжести принимается во внимание факт движения частично ионизированной ионосферной плазмы в геомагнитном поле. В данной работе по одновременным наблюдениям за вариациями концентрации ионосферной плазмы и геомагнитного поля в период развития сильного подземного землетрясения 17 июля 2006 г. экспериментально обнаружено существование МГВ.

### *Использованные данные*

В пределах временного интервала, включающего 3 дня до подземного землетрясения 17 июля 2006 г. (08:19:25 UT) магнитудой 7,7 балла по шкале Рихтера, произошедшего на западном побережье Индонезии (9.33° ю.ш., 107.26° в.д.) и 3 дня после него, проанализированы данные критических частот ионосферных слоев E, Es и F2, а также X, Y, Z -компонент геомагнитного поля со станции Learmonth (21,9° ю.ш., 114° в.д.). На рис. 1 представлено расположение станции Learmonth относительно эпицентра рассматриваемого события (эпицентральное расстояние станции порядка 1500 км). Дискретность используемых данных – 15 минут. Геомагнитная обстановка,

оцениваемая по значениям планетарного индекса  $K_p$ , в рассматриваемый период была спокойной ( $K_p$  не более 4).



Рис. 1. География рассматриваемого события. Ионосферная и магнитная станция Learmonth (21,9° ю.ш., 114° в.д.) находится на эпицентральной расстоянии порядка 1500 км от исследуемого землетрясения

#### *Сопоставление плазменных и магнитных возмущений*

В рассматриваемом временном интервале выполнен спектральный анализ ионосферных и магнитных возмущений в диапазоне  $10^{-5} - 10^{-3}$  Гц. Сопоставление максимумов интенсивности полученных динамических спектров критических частот слоев F2, E и Es (плазменные возмущения) и X, Y, Z -компонент (магнитные возмущения) показало в некоторых случаях наличие совпадений максимумов для плазменных и магнитных возмущений, которые мы связали с фактами прохождения МГВ через станцию Learmonth.

За три дня до (14 июля) и три дня после (20 июля) рассматриваемого события совпадения спектральных особенностей не отмечалось. Однако 15 и 16 июля, а также 18 и 19 июля (т. е. в течение двух дней до землетрясения и двух дней после него) были отмечены синхронные плазменные и магнитные возмущения. Примеры таких синхронных возмущений представлены на рис. 2. Три верхние панели представляют собой спектры возмущений критических частот слоев F2, E, Es, три нижние панели – спектры X, Y, Z -компонент геомагнитного поля. Стрелками отмечены совпадения максимумов плазменных и магнитных возмущений. Обнаруженные синхронные возмущения слоев ионосферной ионизации и геомагнитного поля в периоды, предшествующие данному высокоэнергичному геофизическому событию, могут свидетельствовать о наличии в эти периоды магнитогравитационных возмущений. В интервал перед землетрясением они являются его предвестником. Обнаружение МГВ после события может свидетельствовать о затухании сейсмической активности.

В день землетрясения магнитогравитационная активность не наблюдается, о чем свидетельствует отсутствие совпадений спектральных особенностей ионосферных и геомагнитных параметров (рис. 2).

Другим характерным признаком подготовки землетрясения является повышенная активность спорадического слоя Es ионосферы в течение 8 часов перед рассматриваемым событием, которая резко спадает сразу после начала землетрясения (рис. 3, третья панель сверху). Кроме того, заметным ионосферным эффектом произошедшего события является регистрация на станции Learmonth синхронных возмущений концентрации слоев F2 и Es. Это может быть связано с прохождением волны обычного акустико-гравитационного типа, вызванной рассматриваемым землетрясением.

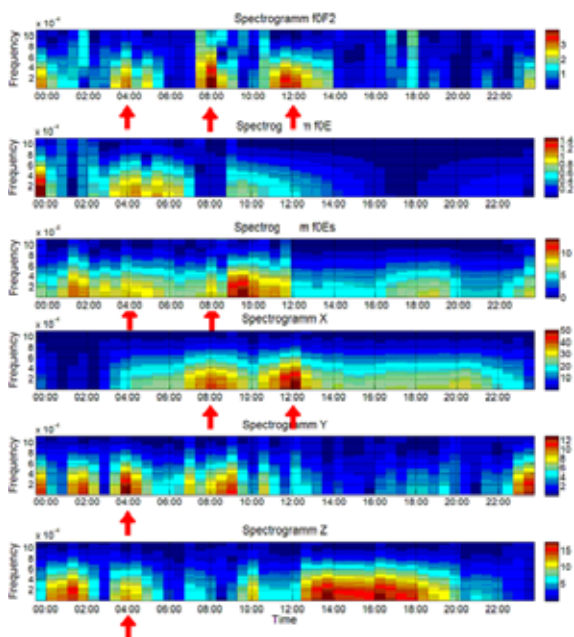


Рис. 2. Динамические спектры плазменных и магнитных возмущений за два дня до землетрясения 17 июля 2006

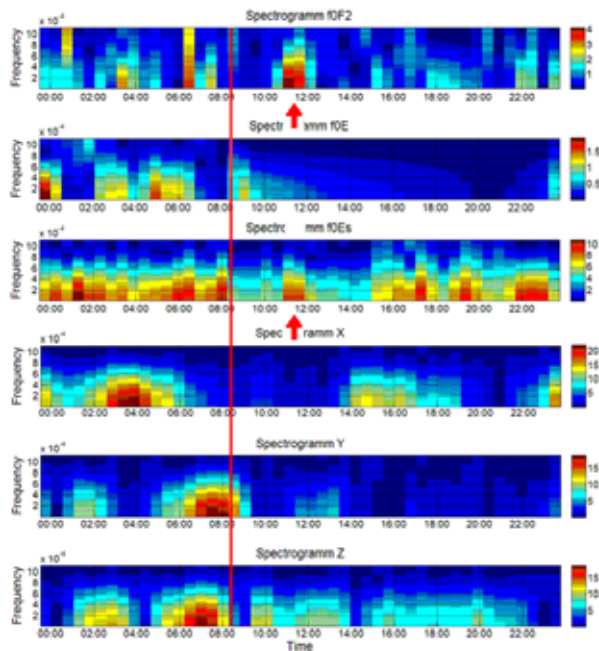


Рис. 3. Динамические спектры возмущений критических частот ионосферных слоев F2, E, Es (три верхние панели) и вариаций компонент X, Y, Z геомагнитного поля (три нижние панели) в день землетрясения 17 июля 2006; вертикальной линией отмечено время начала землетрясения

### Полученные результаты

1. За три дня до землетрясения и на третий день после него нет совпадений в спектральных особенностях ионосферных и магнитных возмущений. Плазменные и магнитные возмущения отвечают за разные волновые процессы.

2. В течение двух дней до рассматриваемого события (землетрясения) и двух дней после него были зарегистрированы синхронные плазменные и магнитные возмущения. Аналогичные совпадения регистрируются за 1 день до и 1 день после землетрясения. Такая магнитогравитационная возмущенность, возможно, является с одной стороны, предвестником события, а с другой – характеризует процесс затухания сейсмической активности.

3. День землетрясения (17 июля 2006) характеризуется ростом интенсивности плазменной возмущенности спорадического слоя Es. В этот же день спустя 3 часа после события отмечаются синхронные возмущения критических частот слоев F2 и Es, что может свидетельствовать о распространении АГВ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты 12-02-31043, 12-05-00425.*

### Литература

1. Анализ проявления в ионосфере крупномасштабных перемещающихся неоднородностей, ассоциированных с землетрясениями, по комплексным измерениям / Н. П. Сергеенко И. Е. Захаренкова, И. И. Шагимуратов, А. В. Сазанов, М. В. Рогова. // Вестник МГТУ, Т. 9, № 3, С. 445–452, 2006 .

2. Perrone L., Korsunova L.P., Mikhailov A.V. Ionospheric precursors for crustal earthquakes in Italy // Ann. Geophys 2010. V 28, № 4, P 941–950.



3. Liu J.Y., Chen C.H., Lin C.H., Tsai H.F. Ionospheric disturbances triggered by the 11 March 2011 M9.0 Tohoku earthquake // Journal of Geophysical Research, V. 116, A06319, 2011

4. Сорокин, В. М. Физика медленных МГД-волн в ионосферной плазме / В. М. Сорокин, Г. В. Федорович. – М. : Энергоиздат, 1982. – 136 с.

**В. В. Толмачёв**

(ОАО «Противокарстовая и береговая защита», г. Дзержинск, Россия)

## **ОЦЕНКА КАРСТОВЫХ РИСКОВ КАК ОДИН ИЗ ВАЖНЫХ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КАРСТОВЫХ РЕГИОНОВ**

В Градостроительном кодексе РФ (191-ФЗ) и в ряде других Федеральных законов декларируется понятие «устойчивое развитие». При этом предполагается, что это понятие соответствует концепции ООН «Sustainable development», что означает «поддерживаемое развитие». Однако в России этот термин по какой-то причине переведён как «устойчивое развитие». По нашему мнению, это обстоятельство затрудняет внедрение в инженерную практику идеологии названной концепции ООН. Особенно это относится к строительному освоению территорий с опасными природными процессами, к которым относится и карстовые процессы [1]. К сожалению, юридически исправить эту «мелочь» вряд ли удастся в ближайшее время. Однако при разработке конкретных положений нормативно-методических документов по строительству на территориях с опасными процессами целесообразно использовать изначальное понятие – «поддерживаемое развитие», например, как это сделано в работе [2]. Основная идея концепции ООН заключается в учёте интересов настоящего и будущего поколений с триединой позиции, объединяющей экономической, социальной и экологической аспекты. Отсюда возникает проблема реализации этой идеи в инженерно-строительной практике, в том числе при решении различных задач, возникающих в карстовых регионах.

Именно закарстованные территории, по нашему мнению, наиболее приспособлены для отработки применения концепции поддерживаемого (устойчивого) развития территорий при их инженерно-строительном освоении территорий. Это обуславливается следующими обстоятельствами:

– Карст является саморазвивающимся процессом и носит ярко выраженный стохастический характер [3].

– Карст существенно активизируется в результате техногенных воздействий, последствия которых могут проявиться как в период этих воздействий, так и через достаточно длительный промежуток времени (десятки и даже сотни лет) [3, 4].

– Карстовая опасность имеет несколько аспектов, которые по-разному могут влиять на возникновение ущербов экономического, социального, экологического и даже политического характера [5]).

В работе [1] предложены десять принципов реализации концепции устойчивого развития в карстовых районах при их инженерно-строительном освоении. Эти принципы можно условно разделить на две взаимообусловленные группы: 1) принципы, имеющие научно-методическую направленность и 2) принципы, направленные на определённую регламентацию поведения участников строительного освоения закарстованных территорий. Признаки обеих групп взаимосвязаны между собой. Из первой группы особо следует обратить внимание на необходимость оценки карстовых рисков и сравнения их с соответствующими допустимыми значениями. Именно это требование законодательно закреплено в Техническом регламенте о безопасности зданий и сооружений (384-ФЗ).

С учётом формулировки понятия риска в Федеральных законах России (181-ФЗ, 191-ФЗ, 384-ФЗ) под карстовым риском понимается вероятность  $P_r$  причинения вреда

жизни или здоровью граждан, имуществу, окружающей среде с учётом процессов. ущербов социального, экономического или экологического характера вследствие негативного воздействия карстовых процессов. Такое определение риска соответствует указанной выше триединой позиции устойчивого развития, объединяющей в рамках одной системы экономические, социальные и экологические составляющие. Вероятность  $P_r$  должна оцениваться изыскателями и проектировщиками с учётом степени уязвимости  $V$  сооружения при воздействии на него тех или иных карстопроявлений. Например, на территории, где возможно образование локальных карстовых деформаций (провалов, локальных карстовых оседаний или карстовых просадок), карстовый риск оценивается как:

$$P_r = P_s \sum (P_{li} V_i),$$

где:  $P_s$  – вероятность образования провала на заданной площади за определённый срок [3];  $P_{li}$  – условная вероятность поражения фундамента карстовым провалом размером  $li$  (пролётом по оси фундамента) при условии образования провала [6,7];  $V_i$  – степень уязвимости сооружения при образовании провала размером  $li$  (в долях единицы);  $i$  – номер интервала в гистограмме распределения пролётов провальных воронок.

Для решения вопроса о целесообразности строительства на данном участке или о необходимости осуществления тех или иных инженерных мероприятий карстовый риск  $P_r$  необходимо сопоставить с допустимым карстовым риском  $R_n$ . в зависимости от возможных ущербов в результате воздействий тех или иных карстопроявлений. Значение  $R_n$  должно назначаться застройщиком совместно с «бригадой» специалистов разного профиля для экспертной оценки возможных последствий, но опять-таки с триединой позиции, учитывающей экономический, социальный и экологический аспекты.

Величины  $P_r$  и  $R_n$  могут определяться для отдельного сооружения или оцениваться как удельные значения на единицу площади территории сооружения в единицу времени (например, 1 год, 100 лет и т. д.). Это зависит от конкретной инженерной задачи, а также от способности застройщика назначать величину  $R_n$ . Чаще всего, как показала практика, целесообразно использовать удельные значения  $R_n$  с определённой типизацией ущербов (на 1 га, за срок 100 лет) [5]. Автором разработана матрица значений  $R_n$  в зависимости от различных значений предполагаемых удельных ущербов. Матрица состоит из 64 ячеек, в которых указаны значения  $R_n$  с интервалом 0,05 от 0,1 до 0,000005. Например, значение  $R_n = 0,1$  соответствует малоответственному сооружению, а  $R_n = 0,000005$  следует принимать для чрезвычайно ответственных объектов типа основных сооружений атомной энергетики.

Для проектно-изыскательской практики важно оценивать степень (уровень) карстового риска. В связи с этим введено понятие карстового риска  $LR = P_r/R_n$  [1, 2, 5]. По этой величине закарстованные территории целесообразно дифференцировать на определённые классы, позволяющие принимать достаточно обоснованные инженерные и управленческие решения по поддержанию устойчивого развития закарстованных территорий.

Однако реализация принципов устойчивого развития территорий выдвигает перед строительной наукой ряд проблем, среди которых следует назвать следующие:

- нормирование расчётного срока службы сооружений (с учётом интересов настоящих и будущих поколений) в инженерных расчётах конструкций;
- срок прогнозирования опасных геологических процессов при проведении проектно-изыскательских работ с учётом возможного техногенного воздействия;
- степень ответственности управленцев разного уровня при освоении территорий с опасными природно-техногенными с учётом интересов будущих поколений;
- обоснование правил страхования населения и строительных объектов в районах развития карста, как, например, это делается в США [8]. Оценка карстового риска позволяет объективно подойти к этому вопросу.

Без ответа на эти вопросы требования Градостроительного кодекса РФ о необходимости соблюдения принципов устойчивого развития территорий останутся лишь красивой декларацией.

#### Литература

1. Сорочан, Е. А. Вопросы устойчивого развития закарстованных территорий в свете положений Градостроительного кодекса Российской Федерации / Е. А. Сорочан, В. В. Толмачёв, М. В. Леоненко, С. В. Леоненко // Труды Международной научно-технической конференции «Геотехнические проблемы мегаполисов», том 5. М. : Изд-во ПИ «Геореконструкция». 2010. С. 1995–2002.

2. Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области // Нижний Новгород: Департамент градостроительного развития территории Нижегородской области. 2012. – 138 с.

3. Толмачёв, В. В. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий / В. В. Толмачёв, Г. М. Троицкий, В. П. Хоменко. – М.: Стройиздат. 1986. – 177 с.

4. Хоменко, В. П. Карстово-суффозионные процессы их прогноз / В. П. Хоменко. М. : Наука. 1986. – 97 с.

5. Толмачёв, В. В. Оценка рисков при строительстве в карстовых районах // X научно-практическая конференция «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций. Доклады и выступления. М.: 2010. С. 282 – 290.

6. Рекомендации по проектированию фундаментов на закарстованных территориях// М.: НИИОСП. 1985.– 78 с.

7. Махнатов, С. А. Способ определения параметров проектирования конструктивной противокарстовой защиты / С. А. Махнатов, М. М. Уткин // Материалы Российской конференции с международным участием «Геотехнические проблемы проектирования зданий и сооружений на карстоопасных территориях» / Уфа: БашНИИстрой. 2012. С. 72–77.

8. Zisman, E.D. Guilty until proven innocent – sinkhole definition & identifying features// Proceedings of the ninth multidisciplinary conference «Sinkholes and the engineering and environmental impacts of karst». Reston, USA: ASCE. 2003. p. 124 – 130.

**А. Б. Кутаев, В. М. Носков**

*(Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия)*

#### **ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЕГО НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ**

Тепловое загрязнение – это результат сброса подогретых выше естественной температуры вод, прошедших через конденсаторы турбин. Каждая страна имеет свои нормы допустимой температуры нагревания водоемов–охладителей. В России разрешается нагрев воды летом на 3<sup>о</sup> выше максимальной естественной температуры и в зимнее время – на 5<sup>о</sup>. Во многих водоемах–охладителях температура воды превышает установленную норму, и при этом образуются зоны теплового загрязнения.

При проектировании и строительстве ТЭС (ГРЭС) необходимо знать степень охлаждения подогретой воды, выбрасываемой в водохранилище. Второй важный фактор – это достижение минимальной температуры воды, забираемой на охлаждение. Идеальный случай – это охлаждение нагретой сбрасываемой воды до естественной температуры. Но на практике часто на месте забора воды у подводящего

канала устанавливается температура выше естественной. Этот фактор влияет на КПД станции: Таким образом, наблюдения и прогноз распространения теплых сбросных вод приобретают все больший интерес в связи с обеспечением оптимальной работы станции, а также для оценки влияния подогретых вод на экологию водных объектов. А для того, чтобы правильно спрогнозировать распространение теплых вод и оценить поле теплового загрязнения, необходимо знать режим течений на акватории, подвергающейся тепловой нагрузке.

На Камском водохранилище источником теплового загрязнения является Пермская ГРЭС, расположенная в 5 км выше г. Добрянка и в 65 км от плотины Камской ГЭС. Водоснабжение осуществляется по прямоточной системе – забор воды производится через подводящий канал в 2,5 км от станции выше по течению, сброс – через отводящий канал в 4 км ниже по течению. Мощность ГРЭС – 2 млн 400 тыс. кВт.

Режим течений на данном участке во многом зависит от его морфометрических особенностей. Затопленное русло р. Камы, по мере движения от верхней границы участка вниз, все более отклоняется к правому берегу и на траверсе г. Добрянки почти примыкают к нему. Большую часть участка занимает затопленная пойма с глубинами от 5 до 7 м, которая распространяется вдоль левого берега. Ширина ее увеличивается от 1 км на верхней части участка до 3,5 км – на нижней. В ледоставный период при сработке водохранилища по границе семиметровой изобаты лед лежит на грунте. Такая сложная морфометрия определяет сложный режим течений, поскольку течения русловой части значительно отличаются от течений на затопленной пойме. Наблюдения за течениями на данном участке проводились в 1974–1978 гг. регулярно (еженедельно – в безледоставный период и ежемесячно – в ледоставный, на этапе проектирования), а затем эпизодически. Тогда проектировщиков очень интересовал вопрос о возможности попадания теплых сбросных вод в водозаборные сооружения, что было бы крайне нежелательно.

Анализ проведенных наблюдений дал возможность выявить основные закономерности в режиме течений на акватории водохранилища в зоне Пермской ГРЭС. Поскольку в навигационный период сбросные воды как более теплые находятся в поверхностном слое, то форма и расположение зон теплового загрязнения и теплового влияния определяются направлением и скоростью поверхностного течения, которое, в свою очередь, зависит от направления, скорости и продолжительности действия ветра.

Проточные течения преобладают в русловой части, но русло проходит у противоположного правого берега и не оказывает влияния на формирование течений на левобережной затопленной пойме в зоне влияния Пермской ГРЭС. При различных направлениях ветра повторяемость проточного течения, направленного к плотине, с азимутом 121–210 градусов изменяется от 46,2 % при юго-восточных и южных ветрах до 90,0 % при восточно-северо-восточных и восточных ветрах, т. е. ветры южной четверти препятствуют проточному течению. Средняя скорость проточного течения колеблется от 27 см/с в мае до 6 см/с – в августе и сентябре.

Совсем иной режим течений в зоне влияния ГРЭС. Здесь преобладающими являются *ветровые течения*, и повторяемость их достигает 80 %. Наиболее тесная связь в направлениях ветра и течения отмечается при северо-западных, южных и юго-юго-восточных ветрах. Эти направления движения воздушных масс соответствуют наибольшей длине их разгона над водной поверхностью, т. е. наибольшей длине контакта воздушной массы с водной массой, не испытывающей искажающего влияния берега. По материалам специализированных наблюдений на данном участке водохранилища между скоростью ветрового течения и скоростью ветра, вызывающего это течение, установлена эмпирическая зависимость:

$$V_T = 0,01V_B,$$

где  $V_T$  – скорость ветрового течения (см/с);  $V_B$  – скорость ветра (м/с).

Теплые сбросные воды при определенных метеорологических условиях могут попадать в водозаборные сооружения. Для этого необходимо, чтобы ветер южного или юго-западного направлений, имеющий скорость 3 м/с, устойчиво дул в течение 42 часов, ветер, имеющий скорость 5 м/с – в течение 25 часов, ветер со скоростью 8 м/с – в течение 16 часов и со скоростью 10 м/с – в течение 12,5 часов. Такие метеоусловия наблюдаются нечасто, но все-таки бывают несколько раз в течение навигационного периода, что подтверждается данными термических съемок (рисунок).

Площадь и форма зон теплового загрязнения и теплового влияния зависит от многих факторов. К ним относятся: количество работающих блоков ГРЭС, что определяет количество сбрасываемой теплой воды; температура воздуха; температура сбрасываемой воды, естественная температура воды в водохранилище–охладителе; разница между температурами сбрасываемой и забираемой воды; направление, скорость и продолжительность действия ветра в текущие и в предыдущие сутки. Ветровой режим здесь является основным фактором, формирующим ветровые течения, в системе которых перемещаются теплые сбросные воды. По данным наблюдений 90-х годов прошлого века площади теплового загрязнения при трех работающих блоках изменялись от 0,12 до 2,5 км<sup>2</sup>, а площади теплового влияния – от 2,2 до 18 км<sup>2</sup>.

В период ледостава в районе отводящего канала образуется полынья и ее размеры и форма зависят от количества и температуры сбрасываемой теплой воды, температуры воздуха, температуры воды в водохранилище, уровня режима. При зимней сработке водохранилища его проточность увеличивается, и это определяет форму полыньи: она ориентирована вниз по течению, и при этом фактор ветра отсутствует, а появляется фактор проточного течения.

Наиболее поздние наблюдения, проведенные в июле и октябре 2007 г. также при трех работающих блоках, подтвердили выводы прошлых лет – площади и распространение зон теплового загрязнения и теплового влияния зависят от скорости, направления и продолжительности действия ветра. По данным наблюдений 09.07.2007 г. площади теплового загрязнения и влияния составили соответственно 7,0 и 19,0 км<sup>2</sup> при юго-восточном направлении ветра, а по наблюдениям 25.10.2007 г. при северо-западном направлении – 1,5 и 15,0 км<sup>2</sup> соответственно. Такая большая разница в величине площади теплового загрязнения объясняется различием в направлениях ветра: в июле юго-восточный ветер сформировал ветровое течение, которое перемещало теплые воды в северо-западном направлении вдоль левого берега. 25.10.2007 г. направление ветра было прямо противоположным – северо-западным. Ветер «прижал» теплые воды к левому берегу и не дал им распространяться в открытую акваторию, поэтому площадь теплового загрязнения в этом случае была во много раз меньше.

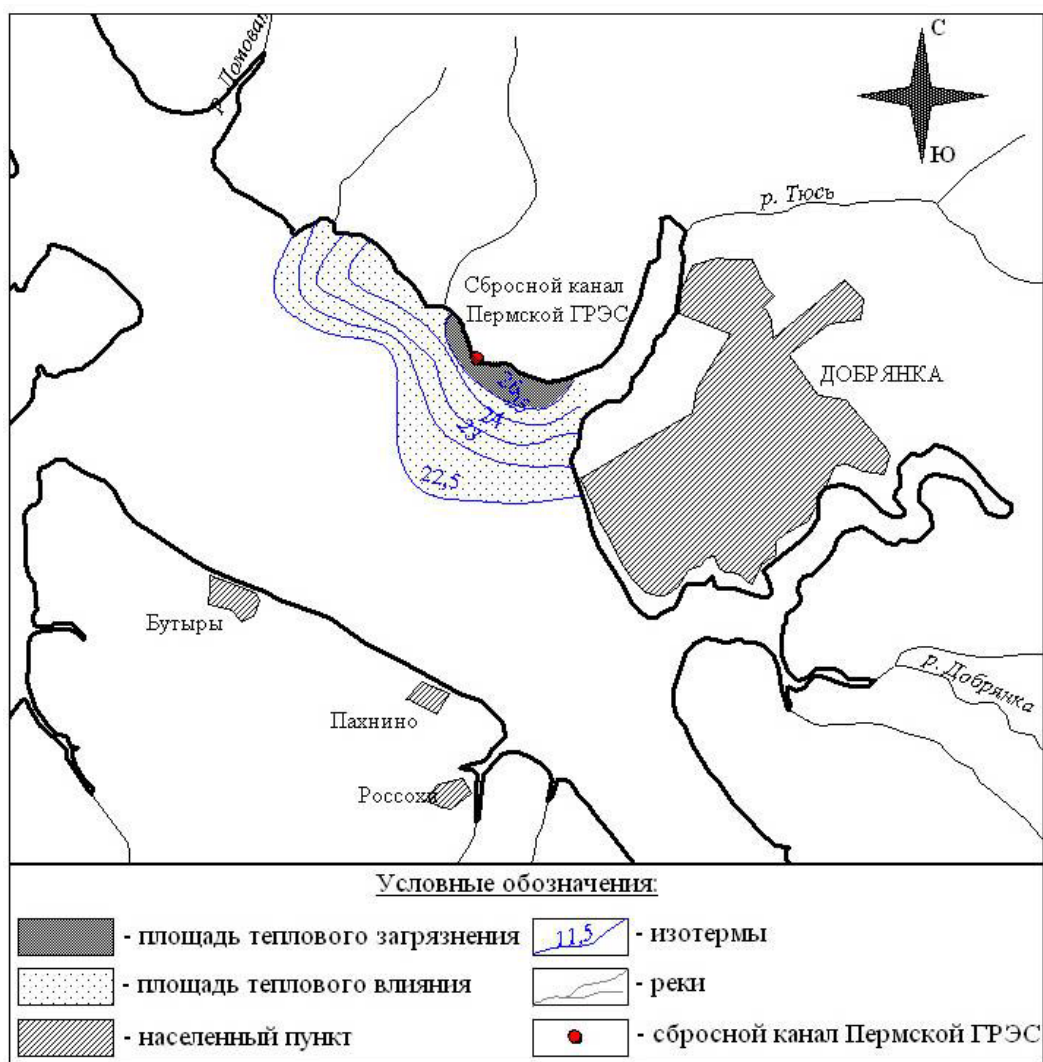


Схема распределения поля температур и зон теплового загрязнения и теплового влияния на акватории Камского водохранилища в районе Пермской ГРЭС 27.09. 1991 г. ( $F_{\text{загр}} = 0,9 \text{ км}^2$ ;  $F_{\text{вл}} = 5 \text{ км}^2$ ; ветер Ю-ЮЗ 4 м/с;  $t_{\text{сб}} = 29,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{заб}} = 22,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\Delta t = 7,1 \text{ }^\circ\text{C}$ )

Таким образом, режим течений и ветровой режим являются определяющими в распределении теплых вод и формировании зон теплового загрязнения и теплового влияния на акватории водоемов–охладителей. При проектировании ТЭС и АЭС необходимо определять степень охлаждения подогретой воды, прошедшей через конденсаторы турбин и сбрасываемой в водоем–охладитель, а также прогнозировать площади зон теплового загрязнения и влияния, а также и нижнюю границу зоны теплового влияния. На основании полученных данных есть возможность оценить степень влияния теплового загрязнения на внутриводоемные процессы, биоту и всю экологию водоема в целом.

*Е. Н. Горохов, С. Я. Скворцов  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

## **ТЕРМО-НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ (ТНДС) ОСНОВАНИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ**

Основания гидротехнических сооружений в условиях вечной мерзлоты испытывают воздействия, как постоянного источника тепла (водохранилище), так и нагрузки. В результате в основании формируется новое, отличное от природного температурное и напряженно-деформированное состояние.

Первостепенной задачей при расчете сооружений на вечномерзлых основаниях при наличии фазовых переходов типа «вода–лед» является определение температурного режима и оценки ТНДС основания. Без знания распределения температуры в основании инженерного сооружения невозможно достоверно определить все физико-механические свойства основания.

Наиболее достоверные результаты прогноза температурного режима основания сооружений получаются при использовании параметров окружающей среды, полученных по данным многолетних натуральных наблюдений. Однако получение таких параметров требует длительного срока наблюдений, специального оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры, кроме того, на результатах одних только натуральных наблюдений затруднительно сделать достаточно достоверный прогноз поведения сооружения и его основания в криолитозоне. Для повышения достоверности прогнозов ТНДС оснований ГТС в криолитозоне необходимо создавать виртуальные модели температурного режима сооружения и НДС его основания.

Поэтому имеется большой практический интерес в создании единого программного комплекса, позволяющего моделировать как температурный режим сооружения, так и напряженно-деформированное состояние грунтового основания сооружения.

Температурная задача решается численным методом, а именно методом конечных разностей (МКР), где производные и дифференциальные уравнения теплопроводности заменяются их разностными аналогами. Это позволяет свести задачу к системе линейных алгебраических уравнений, записанных для конечного числа внутренних узлов, в которых требуется определить температуру. Для этого используется созданный в ННГАСУ программный комплекс NORD-3D (Горохов Е. Н.), в котором рассчитываются температурные поля на каждый месяц выбранного интервала прогноза. В результате расчета формируются массивы данных температур и льдистости в узлах конечно-разностной сетки.

Определение напряжений и деформаций является следующей стадией расчета, позволяющей установить напряженно-деформированное состояние и оценить прочность и устойчивость основания сооружения. Так как температурная задача в программном комплексе NORD-3D решается МКР, то представляется создание единой методики расчета на основании МКР.

При определении напряженно-деформированного состояния, с одной стороны, встает вопрос об учете ярко выраженных реологических свойств мерзлых грунтов, т. к. при действии внешней нагрузки в мерзлых грунтах всегда возникают необратимые перестройки структуры, вызывающие релаксацию напряжений и деформацию ползучести даже при очень небольших нагрузках, т. е. изменение прочностных и деформационных свойств мерзлых грунтов во времени. Однако упругость всегда сохраняется в пластической области во всех стадиях ползучести.

С другой стороны, в настоящее время не существует единой общепринятой теории, которая позволяла бы определить НДС грунтовой среды с учетом всех свойств конкретного грунта, поэтому в практических расчетах используется главным образом теория линейно-деформированной сплошной среды. Можно считать достаточно

корректным использование линейных теорий в приближенных расчетах ТНДС вечномерзлых грунтов.

Так как пересчет НДС планируется производить каждый месяц выбранного интервала прогноза, и параметры среды будут меняться, то учет реологических свойств грунтов в небольшом интервале времени можно не учитывать в виду малости значений этих изменений. При прогнозе на значительно больший срок учесть реологические особенности также не представляется возможным т. к. температура постоянно изменяется и стабилизация колебаний температуры возможна только через сотни, тысячи лет эксплуатации сооружения в криолитозоне.

Интенсивность влияния температуры на механические свойства мерзлых грунтов различна и зависит от того, в какой области фазовых превращений воды она изменяется.

В области интенсивных фазовых превращений воды факторами, определяющими прочность мерзлых грунтов, является количественное содержание льда и незамерзшей воды и зависимость их содержания от изменений отрицательной температуры.

Косвенный учет состояния грунтов в зависимости от температуры предполагается осуществить путем введения некоторых параметров среды, различных по зонам прочностных и деформационных характеристик грунтового основания, в зависимости от относительной льдистости грунта.

Так, например, при относительной льдистости  $R=1$  (вся вода в порах замерзла) один из параметров среды соответствует  $E_m$ , при  $R=0$  (весь лед в порах растаял) –  $E_{от}$ , при  $0 < R < 1$  параметр среды будет находиться по формуле:

$$E = (E_m - E_{от}) \cdot R + E_{от}.$$

Важным моментом в постановке задачи является задание краевых (граничных и начальных) условий. Для решения необходимо назначить условия на границах расчетной области в перемещениях или напряжениях. Для расчета ТНДС грунтового основания граничные условия будут смешенного типа: в перемещениях и в напряжениях. На нижней границе могут быть приняты нулевые перемещения  $u_x = u_y = 0$  (жесткое защемление), а напряжения  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\tau_{xy}$  рассчитываются. А на боковых границах – нулевые боковые перемещения  $u_x = 0$  при возможности вертикальных смещений и напряжения от собственного веса  $\sigma_y = \gamma \cdot y$  при боковом давлении  $\sigma_x = \xi_0 \cdot \sigma_y$ , где  $\xi_0$  – коэффициент бокового давления.

Отыскание полей перемещений, деформаций и напряжений под воздействием как температуры, так и силовой нагрузки позволит получить модель работы сооружения и грунтового основания в конкретных климатических условиях.



**А. В. Иванов<sup>1</sup>, В. В. Папко<sup>2</sup>, Д. А. Сергеев<sup>2</sup>, Ю. И. Троицкая<sup>2</sup>**  
(<sup>1</sup> ННГАСУ; <sup>2</sup> ИПФ РАН, г. Н. Новгород, Россия)

### МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ПЛОТИН

Модель уединенной волны – длинная гравитационная поверхностная волна, созданная перепадом уровней в разрушающейся плотине. Аналогичные волны наблюдаются при цунами. Наиболее опасна такая волна при выходе на мелководье.

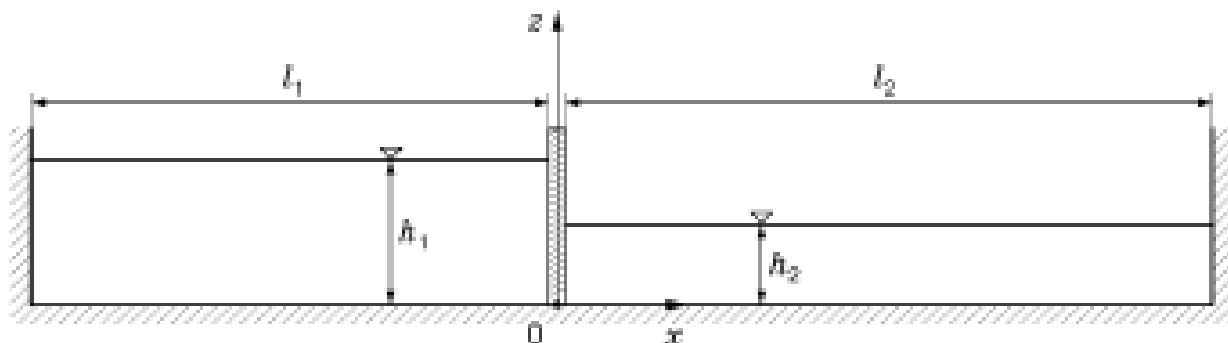
Анализ разрушения известных плотин говорит о том, что возникнет волна, способная переносить значительную энергию на десятки и сотни километров со скоростью, в разы превышающей скорость перетекания воды из верхнего бьефа в нижний.

Разрушение дамбы Баньцяо (Китай, 1975 г.) сопровождалось гибелью сразу 26 тысяч человек (всего 171 тыс.). Было разрушено 6 млн домов, пострадало 11 млн человек. Ниже по течению было разрушено 63 плотины (эффект домино). Основная часть населения погибла из-за отсутствия чистой питьевой воды вследствие инфекционных заболеваний. При этом уединенная волна при крупном проране во время прорыва плотины Баньцяо распространялась со скоростью около 50 км в час.

Есть свидетельства возникновения подобных волн при аварии на Саяно-Шушенской ГЭС в 2010 г. и при затоплении Крымска в 2012 г.

Расчетная частота аварий разрушения ГЭС 2-го класса  $5 \times 10^{-4}$  (1/год) должна корректироваться с учетом вероятности меняющихся опасностей – от ядерного взрыва и террористической угрозы до прогнозируемого изменения климата. Уровень годовой интенсивности отказов бетонных плотин с учетом фактической наработки на отказ составляет: по разрушению –  $3,4 \times 10^{-5}$  (1/год), а по повреждению –  $4,5 \times 10^{-4}$  (1/год) [1].

Ниже представлены результаты лабораторного исследования количественных характеристик этого явления, выполненного в ИПФ РАН. Схема лабораторной установки представлена на рис. 1.



Моделировалось быстрое и полное разрушение плотины, что является наиболее катастрофическим вариантом развития событий. Результаты моделирования представлены на рис. 2.

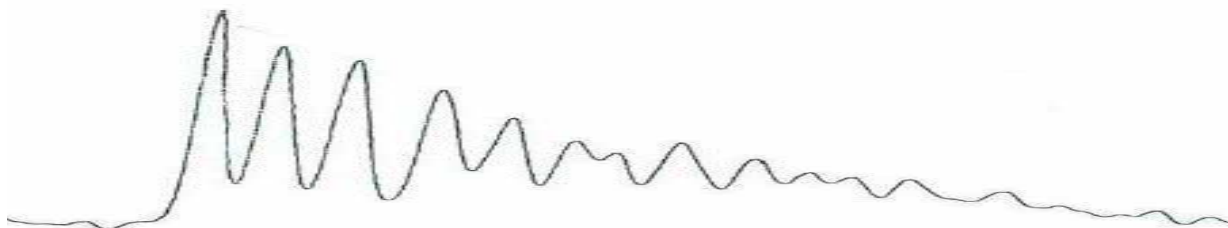


Рис. 2. Результаты лабораторного моделирования. Структура колебаний уровня на расстоянии, соответствующем удалению от плотины на 1000 м

Возможные последствия для Нижнего Новгорода и других городов, расположенных на берегах Чебоксарского водохранилища, при разрушении плотины Нижегородской ГЭС в условиях подъема уровня Чебоксарского водохранилища до отметки 68 м заключаются в следующем.

Волна дойдет до Нижнего за 2–2,5 часа, до Чебоксар – через 7–8 часов. Скорость переноса энергии волновой составляющей зависит от глубины: без подъема Чебоксарского водохранилища составит 7,5 м/с после подъема уровня – 9 м/с. Амплитуда волнового фронта в Нижнем Новгороде составит до 7 м.

Кратковременная волна прорыва приведет в зоне прохождения к параличу системы жизнеобеспечения (отключению электроснабжения и водоснабжения, затоплению участков дорог). Число пострадавших от волны прорыва многократно возрастет из-за транспортного коллапса (как в Мехико во время аварии на нефтеперерабатывающем заводе в 1984 г.), а также из-за пищевых отравлений и переохлаждения. Ущерб только в Нижнем Новгороде превысит триллион рублей. Потенциальный социальный ущерб в этом случае составит 50 млн рублей в год [2].

Возможные последствия для Нижнего Новгорода при разрушении плотины Нижегородской ГЭС в условиях подъема уровня Чебоксарского водохранилища:

1. Относительно точная оценка социально экономического ущерба может быть выполнена на основе трехмерной (имитационной) модели поражения, подобной той, которая представлена в работе московских специалистов [3]. Результаты анализа лабораторного моделирования говорят о значительном расширении зоны поражения по сравнению с традиционной моделью.

2. Подъем уровня ЧВ до отметки 68 м существенно увеличивает зону поражения территории и число пострадавших.

#### Литература

1. Калустян, Э. С. Разрушения и повреждения бетонных плотин на скальных основаниях: научное издание / Э. С. Калустян. – М. ; СПб. : ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 1997. – 188 с. : ил..

2. Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии СГТС (Утв. Приказом МЧС РФ и Минтранса РФ от 2 октября 2007 г. № 528/143).

3. Компьютерное моделирование паводковых и меженных течений в Чебоксарском водохранилище с применением различных численных методов / В. В. Беликов НИИЭС, Глотко ФГОУ ВПО МГУП, г. Москва, Россия [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.msuee.ru/science/1/tom%201/1\\_47.doc](https://www.msuee.ru/science/1/tom%201/1_47.doc).

## **ВОДОХРАНИЛИЩЕ И ГЕНПЛАН РАЗВИТИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА. РЕШЕНИЯ И ПОТЕРИ**

В случае поднятия уровня Чебоксарского водохранилища до принятой в прошлом отметки потребуется почти полностью переработать утвержденный в 2010 году генеральный план развития Нижнего Новгорода на период до 2030 года [1], поскольку содержащиеся в нем решения по основным позициям развития инженерного обустройства и благоустройства будут практически невыполнимы.

Рассмотрим некоторые из них.

**Хозяйственно-питьевое водоснабжение** сейчас осуществляется речными водозаборами. В условиях слабопроточного водохранилища качество воды в нем неизбежно резко ухудшится. Потребуется: либо замена речных водозаборов подземными источниками юга области с дозированной подачей воды только на питьевые цели, чтобы не обезводить бассейны рек Тешы, Алатырь и др., либо создание сложной системы доочистки речной воды, если это обеспечит должное ее качество. Возможно, потребуется решать обе задачи одновременно. Причем вода из закрытых источников должна использоваться только для питья и приготовления пищи, т. е. должна быть создана самостоятельная разводящая система с фиксированными пунктами отпуска воды на отдельной платной основе. Решение этих задач повлечет многомиллиардные дополнительные, не учтенные в генплане расходы.

### **Экология**

*Первая беда* – это потеря места отдыха с уникальной флорой и фауной – Борской Поймы – из-за подтопления и заболачивания природного заповедника. Компенсировать эту потерю для населения городов Нижнего Новгорода и Бора невозможно, так как на территории этих городов и в их пригородах изыскать подобные природные уголки будет негде, так как все припойменные территории будут заболочены или затоплены. Такая же судьба ожидает и городские пляжи.

*Вторая беда* – это массовый выплод кровососущего гнуса на мелководьях, в которые превратятся припойменные луговые угодья [2]. Для населения города это круглогодичный дискомфорт, опасность массового распространения инфекционных заболеваний, отсюда возникает необходимость органам санитарного надзора регулярно проводить по территории города работы по сплошной ее санитарной обработке, необходимость применения защитных удорожающих устройств при проектировании жилой застройки, производственных и общественных зданий. Это значит, что ряд территорий, определенных генпланом города под жилую и общественную застройку, могут быть исключены из градостроительного баланса. То есть потребуется серьезная корректура решений генплана (например, территории на первой надпойменной террасе в Автозаводском районе).

*Третья опасность* – в аварийных условиях окажутся важнейшие сооружения города – магистральные канализационные коллекторы диаметром от 1,4 до 3,0 метров, проложенные в пределах города на протяжении около 60 км в прибрежных зонах рек Оки и Волги. Они будут находиться под постоянным воздействием грунтовых вод или даже под угрозой размыва их оснований. Авария на них в условиях почти непроточного водохранилища в короткое время выведет из строя речные водозаборы, а территория города окажется в антисанитарном состоянии. Это будет полный паралич жизненных и хозяйственных функций города.

Применение в таких случаях каких-то противоаварийных мер практически невозможно. Магистральные коллекторы придется прокладывать заново по новым трассам, если таковые удастся изыскать. Это потребует нескольких лет и многомиллиардных расходов в условиях полного паралича жизнедеятельности города.

*Четвертая потеря* – из-за значительного подъема уровня грунтовых вод в заречной части неизбежно погибнут пойменные и припойменные дубравы в Автозаводском и Ленинском районах [3].

Вяло выраженная водораздельная зона рек Оки и Волги в зоне Московского шоссе станет заболоченной. Потребуется создание новой водоотводящей системы с перекачивающими станциями, на что также потребуются многомиллиардные затраты, годы работы и постоянные расходы электроэнергии и других средств на ее содержание. Все это выведет надолго из благоприятной ныне экологической среды тысячи гектаров природных заповедных зон. Чем эту потерю компенсировать? Возможно ли? и где? – на эти вопросы должен ответить новый генеральный план, если в таковом решении будет найдено. Пока подобное решение прогнозировать невозможно из-за отсутствия очевидных для этого резервов природной среды.

*Следующая проблема* – потребуется полностью перерабатывать принятую в генеральном плане систему сбора, очистки и сброса в водоемы ливневых стоков в заречную часть города. Потребуется десятки дополнительных перекачивающих станций, места для которых будет найти весьма сложно. Плюс ко всему – постоянные расходы электроэнергии на их перекачку. Вместе с другими вынужденными расходами они могут взять всю прибавку энергии, которую получит Чебоксарская ГЭС от нового уровня.

**Метрополитен в заречной части.** Уже построенные и запроектированные линии метрополитена мелкого заложения в заречной части окажутся полностью ниже нового уровня грунтовых вод. Для их защиты потребуются мощные дренажные устройства с перекачивающими станциями, т. е. огромные разовые расходы на их строительство и постоянные – на их содержание и эксплуатацию. При этом линии метрополитена будут всегда под угрозой затопления от прорыва напорных грунтовых вод. Неслучайно в «Технико-экономических обоснованиях строительства метрополитена в городе Горьком», выполненных в 1969 году «Московским Метропроектом», был разработан вариант прокладки метрополитена в заречной части глубокого заложения в мощных пластах водоупорных пород. Этот вариант проектная организация рекомендовала к принятию как основной. В случае поднятия уровня Чебоксарского водохранилища, во избежание названных выше сложностей и угроз, принятую в плане города генсхему развития метрополитена в заречной части придется полностью перерабатывать с учетом прокладки уже надземных линий метрополитена. А такое решение, помимо других, повлечет полную переработку генерального плана развития Нижнего Новгорода на период до 2030 года. Нет сомнения, что такое решение будет весьма сложным.

И это снова приведет к потере нескольких лет в развитии метрополитена и дополнительным многомиллионным расходам.

Из названного выше далеко не полного перечня жизненно важных для города осложнений и потерь уже можно видеть, что подъем уровня Чебоксарского водохранилища до принятой в прошлом проектной отметки грозит тяжелыми последствиями одному из крупнейших городов страны. Не видеть это проектной организации и ее заказчику, отмахиваться от предупреждений, а порой сознательно игнорировать или искажать очевидные факты непозволительно, а где-то и преступно.

Нельзя не учитывать интересы и благополучие нижегородцев, долговременные интересы страны. Владельцем гидросистемы и ее подрядной проектной организации должно быть давно очевидно, что гигантская в свое время «стройка века» физически и морально устарела, что вместе с наукой надо искать новые эффективные решения, опираясь на отечественный и зарубежный опыт.

Уязвимость для всего Поволжья существующей системы очевидна, но ее стараются не замечать те, кому по должности положено думать и решать эти проблемы заранее, а не ограничивать свои задачи только получением сиюминутных доходов. Неужели их ничему не научили катаклизмы последних лет? Или «после нас хоть потоп»? Пора взглянуть на проблему шире, с государственных позиций и не

потерять время. Хочется верить, что ответственность перед страной и ее народом возобладает над ведомственными интересами.

#### Литература

1. Корректурa генплана развития Нижнего Новгорода на период до 2030 года / Москомархитектура. Институт генплана, 2010 год.
2. Воронков, В. В. Город на водохранилище // Архитектура и строительство России. № 1. – М. : Издательство «Советская Россия», 1992. – С. 17–19.
3. Воронков, В. В. Водоохранилище на равнинной реке. Потери и угрозы // Вестник Волжского регионального отделения: сб. науч. тр. – Вып. 16 / Нижегород. гос. архитектур. -строит. ун-т; отв. ред. В. Н. Бобылев – Н. Новгород : ННГАСУ, 2013 – 268 с.

**Р. Ю. Агафонов, В. И. Костин, А. В. Иванов, М. А. Сергеичева**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

Рост моторизации в городах России, в том числе в Нижнем Новгороде, является неуправляемым процессом, уже достигшим уровня Берлина и в 3 раза превысившим уровень Барселоны. Решения по управлению общественным транспортом (ОТ) в Нижнем Новгороде не увеличивают долю поездок на ОТ. Дефицит земель в примагистральной зоне обостряется. Экологические риски и риски для здоровья населения неоправданно высоки.

Одним из решений, направленных на снижение остроты вышеперечисленных проблем, является строительство скоростных *надземных* магистралей в зоне расположения наиболее востребованных наземных магистралей. С помощью *надземных* скоростных магистралей решается задача повышения пропускной способности автомобильных дорог в условиях роста автотранспортного потока, дефицита земель и высокого уровня загрязнения воздуха.

*Оценка глобальных экологических последствий* предлагаемого решения включает в первую очередь расчет выбросов парниковых газов современной дорожно-транспортной сети, а также расчет выбросов парниковых газов на перспективу при сохранении существующей ДТС и расчет выбросов парниковых газов для высокоскоростных внутригородских магистралей.

Расчеты проводятся по следующей формуле:

$$E = M \times K_1 \times TH_3 \times K_2 \times 44/12,$$

- где E – годовой выброс CO<sub>2</sub> в весовых единицах (тонн/год);  
M – фактическое потребление топлива за год (тонн/год);  
K<sub>1</sub> – коэффициент окисления углерода в топливе (показывает долю сгоревшего углерода),  
TH<sub>3</sub> – теплотворное нетто-значение (Дж/тонн);  
K<sub>2</sub> – коэффициент выбросов углерода (тонн/Дж).

Расчет выбросов токсичных и канцерогенных загрязняющих веществ и расчет концентрации ведутся по гауссовой модели:

$$C = \frac{q * (e^{-\frac{(z-h)^2}{2\sigma^2}} + e^{-\frac{(z+h)^2}{2\sigma^2}})}{\sqrt{2\pi} * \sigma * V * \sin \varphi} + F$$

где  $C$  – концентрация загрязняющего вещества ( $\text{г}/\text{м}^3$ );  
 $q$  – масса выбросов исследуемого загрязняющего вещества ( $\text{г}/\text{с}$ );  
 $z$  – вертикальная координата;  
 $h$  – высота источника ( $\text{м}$ );  
 $\sigma^2$  – дисперсия загрязняющего вещества ( $\text{м}^2$ );  
 $V$  – скорость ветра ( $\text{м}/\text{с}$ );  
 $\varphi$  – угол между направлением ветра и дорогой;  
 $F$  – фоновая концентрация.

*Оценка локальных эколого-социальных эффектов строительства высокоскоростных внутригородских магистралей.*

На основе расчета концентрации загрязняющих веществ выполнен расчет риска для здоровья. Надземные скоростные магистрали являются эффективным инструментом снижения экологической нагрузки на окружающую среду и снижения рисков гибели на дорогах.

Максимальный положительный эффект их создания возможен лишь в рамках интегрированной транспортной системы города, удобного для жизни, включающей создание выделенной дорожно-транспортной сети и интермодальной системы общественного транспорта.

Наиболее значительным эффектом их внедрения является снижение выбросов парниковых газов более чем в 2 раза. Внедрение предлагаемой системы позволит обеспечить экологическую безопасность прилегающих территорий. Экономия ценнейших земельных ресурсов составит около 2 км<sup>2</sup>, что позволит сохранить поступление земельного налога в городской бюджет порядка 300 млн руб. в год.

Комплексное решение городских транспортных проблем видится в разработке стратегии развития транспортной системы, основанной на поляризации дорожной среды и интеграции систем общественного транспорта.

**А. П. Козлов, С. М. Седов**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **О НЕОБХОДИМОСТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕСХОЗЯЙНЫХ ГТС**

На территории Нижегородской области насчитываются свыше девяти тысяч водотоков, направляющих свои воды в русло рек Волги и Оки.

Оценивая жизнь малых рек в историческом аспекте, следует отметить, что сложившийся к настоящему времени их гидрологический режим является для них противоестественным.

Исстари малые реки имели множество плотин с возведением гидротехнических сооружений. Большинство из эксплуатируемых гидросооружений были построены и введены в эксплуатацию в 50–60-е годы прошлого столетия, т. е. средний срок их эксплуатации составляет 50 и более лет. При этом необходимо отметить, что наибольшее количество ГТС относятся к низшему – 4 классу капитальности.

Как известно, оптимальный срок эксплуатации сооружений подобного класса с учетом сезонного регулирования водохранилищ при пропусках вод весеннего половодья и дождевых паводков составляет 40–50 лет. Гидротехники прекрасно знают, что эксплуатация ГТС состоит из трех периодов:

I период – период приработки длится 3–5 лет, в течение которых выявляются дефекты, эксплуатационный персонал приобретает необходимый опыт, а сооружение «вживается» в окружающую среду;

II период – период нормальной эксплуатации, длится 50–60 лет и более;

III период – период износа, при котором возникают аварийные ситуации, приводящие к стихийным бедствиям, нанося большой материальный ущерб экономике и населению затопляемых территорий.

С учетом изменившейся экономической ситуации, в настоящее время на малых реках области насчитываются более 1 600 бесхозных ГТС. Считаем, что для решения проблемы по определению собственников гидросооружений необходимо провести работу по паспортизации ГТС и решение этой проблемы, с учетом имеющихся полномочий, должно выполняться органами местного самоуправления районов области. Конечная цель работы – постановка на учет в Российский регистр гидротехнических сооружений.

При этом необходимо задуматься об использовании энергетических ресурсов малых рек.

Возведение в створе плотин небольших ГЭС с малыми напорами позволит получить значительный прирост электроэнергии в области, причем эта энергия не потребует сжигания органического топлива.

Нельзя не отметить и сопутствующего назначения малых плотин для пожаротушения лесов нашей области, использование водных ресурсов в ирригационных целях, а также для организации рыбных хозяйств.

Малые реки формируют сток реки Волги, от них в значительной степени зависит количество и качество воды этой великой реки.

***В. И. Алтунин<sup>1</sup>, М. В. Федотов<sup>1</sup>, О. Н. Черных<sup>2</sup>***

*(<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет» МАДГТУ (МАДИ); <sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет природообустройства», г. Москва, Россия)*

### **К ВОПРОСУ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ В БАССЕЙНАХ НЕРЕСТОВЫХ РЕК**

При решении проблем в областях водохозяйственного и дорожного строительства, а также решении задач по экологической реабилитации природных объектов в целом и отдельных их участков в различных климатических зонах России постоянно расширяется область использования, и растут масштабы применения водопропускных переходов из металлических гофрированных труб (МГТ). Помимо известных достоинств МГТ, следует отметить их технологичность, эстетическую привлекательность и экологическую чистоту. Отсутствие или сведение к минимуму бетонных работ позволяет использовать МГТ не только в качестве транспортных переходов, но и для обеспечения, сохранности и естественного воспроизводства на природных нерестовых водотоках и зарыблённых водоёмах. Устройство МГТ совместно с другими инновационными материалами (габионными структурами, геотекстилем, георешетками и др.) позволяет минимизировать факторы негативного воздействия искусственного водопропускного сооружения на экосистему в месте проведения работ и последующей его эксплуатации, что в некоторых случаях может являться единственным решением проблемы сохранения экологического баланса в природе при пересечении транспортной магистрали с естественным или искусственным водотоком.

Водопропускные сооружения из МГТ (кульверты или арочные мостовые переходы из металлических гофрированных структур) в нашей стране проектируются на работу в благоприятном безнапорном режиме. Обычно при производстве работ по строительству МГТ естественные уклоны местности и рельеф не нарушаются, поэтому

сброс поверхностного стока в пониженные места не вызывает их заболачивания. Однако надо учитывать, что водопропускные сооружения должны обеспечивать не только пропуск воды и переносимого водой материала, но и через них должна происходить круглогодичная миграция рыб на любой стадии их развития вверх и вниз по течению, обеспечивая свободные естественные миграции. То есть естественное поперечное сечение водотока не должно существенно сжиматься, при этом уклон водной поверхности и шероховатость дна должны поддерживаться прежними. Это относится к любым водотокам: постоянным, временным или пустующим водотокам, которые исторически были рыбными и чье современное состояние позволяет восстановить численность рыб в них в будущем.

Учитывать требования по охране рыбных запасов необходимо на самых начальных этапах проектирования любого водопропускного сооружения. Это позволяет применить конструкции МГТ, параметры которых позволяют наиболее полно обеспечивать сохранность как нерестовых и других миграционных путей рыб, так и гидрологического режима водотоков. Доказано, что МГТ, имеющие неровную шероховатую внутреннюю поверхность, обеспечивают лучшие условия для миграции через них молоди рыб и поэтому имеют неоспоримое преимущество перед гладкостенными трубами независимо от формы их поперечного сечения. Чем больше размер гофра МГТ, тем создаются более благоприятные условия для движения вверх по течению молоди рыб из-за дополнительных сопротивлений, увеличения глубин и снижения скорости водного потока. Для создания дополнительных сопротивлений в МГТ по её дну отсыпают крупный камень или щебень (изредка укладывают габионные структуры), который обеспечивает так же дополнительную защиту дна от абразивного воздействия водного потока. Дополнительную коррозионную устойчивость МГТ обеспечивает и укладка по дну гладкого бетонного лотка. Согласно рекомендациям по проектированию, утвержденным в 2009 г. ФДА (РОСАВТОДОР), устройство гладкого лотка по дну МГТ является обязательным элементом её конструкции.

Проект кульверта должен разрабатываться исходя из возможности обеспечения свободного пропуска рыб, находящихся на самой слабой жизненной стадии, а в пределах этой группы – самой слабой особи. При этом надо учитывать, что любые преграды на пути мигрантов могут снизить суммарную биологическую продукцию водотока. Приемлемые гидравлические параметры кульвертов определяются на основании гидравлического расчёта. Кульверты в США на зарыбленных водотоках обычно проектируются на пропуск расчетного расхода в безнапорном и полунапорном режимах (inlet control) с условием обеспечения возможности прохождения рыбы против течения по трубе. При этом необязательно параметры водопропускных труб, укладываемых под дорогами, должны рассчитываться исходя из максимальных расходов половодья, так как миграция, например, лососевых рыб обычно происходит после прохождения максимальных расходов воды в реке. Согласно рекомендациям, разработанным в США для штата Орегон, которые приняты в России в качестве аналога для условий Камчатки, Сахалинской области и Корякии, минимальная глубина воды внутри кульвертов должна соответствовать среднему минимальному 7-дневному расходу воды, или расходу воды 95 %-ной обеспеченности, за период миграции данного вида рыб. Максимальная пропускная способность кульверта, зависящая от размера входного отверстия и уклона, должна рассчитываться по расходу потока 10 %-ной обеспеченности для периода нерестовой миграции лососей.

Неправильно запроектированные и построенные кульверты блокируют прохождение рыб. В результате неправильной установки МГТ возможно образование трудно- или непреодолимых препятствий для рыб, мигрирующих вверх по течению. Можно выделить несколько причин такого отрицательного воздействия на рыб: наличие перепада уровней воды в водотоке и трубе; образование порога между рекой и трубой как со стороны нижнего, так и верхнего бьефа; малый диаметр трубы; ошибочный (крутой) уклон трубы; высокая скорость течения водного потока в трубе; недостаточная глубина воды в трубе; отсутствие заводи для отдыха рыбы ниже



кульверта; недостаточно шероховатые стены и дно трубы и т. д. Если в результате деформации дна после нескольких лет эксплуатации МГТ на зарыбленном водотоке у выходного оголовка образуется яма размыва значительной глубины, или кульверт установлен под дорогой неправильно, то рыба не сможет двигаться вверх по течению.

Конструктивные параметры кульвертов назначаются в каждом конкретном случае в зависимости от типа нерестового водотока, видового состава рыб и ширины дорожного покрытия. При правильной установке МГТ уровень воды в ней несколько ниже, чем в естественном русле, а вход и выход в частично заглубленный кульверт или арку должны быть защищены каменной отмосткой. Слишком высокое положение выходного отверстия трубы в дорожной насыпи может привести к размыву как самой насыпи, так и прилегающего участка русла. Важным показателем при обосновании пропуска рыб через МГТ является их максимальная скорость движения, особенно если происходит уменьшение живого сечения водного потока. Величина скорости течения воды на выходе из водопропускной трубы должна быть близка к скорости потока в нерестовом водотоке.

Важнейшими факторами, влияющими на скорость течения потока в МГТ, являются уклон, шероховатость и размер водопропускного сооружения. Наклон для кульвертов, уложенных на поверхность дна без внутренних гасителей и разделителей потока, не должен превышать 0,5 % и должен создавать необходимую глубину по всей длине кульверта, если глубина воды в нижнем бьефе не обеспечивает подтопление трубы. Правильно запроектированные водопропускные МГТ с повышенной шероховатостью с дополнительными внутренними гасителями скорости и разделителями потока могут быть установлены с более крутыми уклонами (от 0,5 до 12 %) в зависимости от типа проекта. Более сложные водопропускные сооружения с встроенными рыбоходами обычно используют, когда уклон трубы превышает 5 %, и нет возможности для имитации структуры потока внутри трубы. На небольших лососевых ручьях трубы можно укладывать с уклоном менее 0,5 % при условии обеспечения минимальной требуемой глубины воды на всем протяжении МГТ.

Для разработки научно обоснованной методики и рекомендаций по усовершенствованию гидравлического расчета МГТ с лотками по дну в МАДИ были проведены экспериментальные гидравлические исследования модели гладкой трубы и МГТ с гладким лотком по дну и без него. Труба модели МГТ выполнялась из оргстекла с внутренним диаметром  $d_{\text{вн}} = 19,35$  см,  $l = 5,2$  м,  $\iota = 0,096$ . Гофр имел размеры  $l \times \Delta = 26 \times 6,5$  мм, который в масштабе 1:5 моделировал используемый в нашей стране натуральный гофр 130 x 32,5 мм (где  $l$  – длина волны гофра,  $\Delta$  – высота волны гофра). Выходной оголовком трубчатого сооружения в этом конструктивном решении был порталный, входной – безоголовочный. Изучалось также влияние гладкого лотка, уложенного по дну гофрированной трубы и занимавшей треть ее периметра, на величину коэффициентов гидравлического сопротивления и глубин в трубе. Опыты с МГТ, имевшей гладкий лоток по дну, проводились при различных уклонах трубы  $\iota = 0,096-0,01$ .

Для оценки распределения глубин в различных сечениях МГТ с гладким лотком по дну были получены графические зависимости изменения относительной глубины на

входе  $h_{\text{вх}}/d_p$  от параметра расхода  $\theta = \frac{Q}{\sqrt{gd} d^2}$ .

Анализ графических зависимостей показал, что величина  $h_{\text{вх}}/d_p$  увеличивается с увеличением значений параметра  $\theta$ . Изменение длины МГТ, в исследованном диапазоне относительных длин  $l/d_p = 22-28$ , не оказывает влияние на относительную глубину потока на входе в трубу, поскольку все исследованные модели работали при безнапорном режиме по типу «коротких». Небольшое влияние на значения  $h_{\text{вх}}/d_p$  оказывает величина уклона трубы  $i_t$ . С увеличением  $i_t$  значение  $h_{\text{вх}}/d_p$  немного уменьшается, что объясняется изменением условий входа в трубу.

Экспериментальные исследования показали, что относительная глубина на выходе из трубы  $h_{\text{вых}}/h_k$  также как и на входе в неё  $h_{\text{вх}}/d_p$ , увеличивается с ростом параметра расхода  $\theta$ , а изменение относительной длины трубы не оказывает заметного влияния на величину  $h_{\text{вых}}/h_k$ . Сопоставление значений относительных глубин на выходе  $h_{\text{вых}}/h_k$  из МГТ с  $i_T = 0,096$ , имеющей гладкий лоток по дну и без него, показывает, что на выходе из второй трубы значение глубины больше. Это объясняется большими сопротивлениями в МГТ без гладкого лотка по дну. Поэтому существующий в настоящее время подход, согласно которому глубины на выходе из МГТ с гладким лотком по дну и без него рекомендуется принимать одинаковыми, некорректен.

В настоящее время за рубежом как для гладких, так и для МГТ при  $i_T \geq i_k$  принимается  $h_{\text{вых}} = h_0$ , а при  $i_T < i_k - h_{\text{вых}} = h_k$ . Выполненные в МАДИ исследования свидетельствуют о неточности такого подхода. Они показывают, что у моделей с  $i_T = 0,01$  при полунапорном режиме работы с  $\theta \geq 0,46$  уклон трубы  $i_T$  меньше критического уклона  $i_k$ . Поэтому глубина на выходе должна быть близка к критической глубине. Однако в исследованном диапазоне  $\theta = 0,46-0,85$ , относительная глубина на выходе равна  $h_{\text{вых}}/h_k = 0,71-0,75$ , т. е. её значение заметно меньше единицы. Не соответствует полученным экспериментальным данным и рекомендации зарубежных исследователей принимать глубину на выходе при  $i_T \geq i_k$  равной нормальной глубине, т. е.  $h_{\text{вых}} = h_0$ . Глубина на выходе у всех моделей, исследованных в МАДИ, оказалась меньше нормальной глубины.

В диапазоне изменения  $\theta = 0,1-0,8$  относительную глубину на выходе можно считать постоянной и равной  $h_{\text{вых}}/h_0 \approx 0,85$ . Устанавливать глубину на выходе из гофрированной трубы с гладким лотком по дну при  $i_T \geq i_k$  по  $h_0$  удобнее, чем по  $h_k$ , поскольку  $h_{\text{вых}}/h_0$  не меняется с изменением  $\theta$ , в отличие от  $h_{\text{вых}}/h_k$ . Однако точно определить  $h_0$  сложнее, чем  $h_k$ , поскольку при расчете  $h_0$  следует учитывать зависимость коэффициента шероховатости при безнапорном движении водного потока от наполнения трубы.

Таким образом, использование рекомендаций, полученных в результате гидравлических исследований, выполненных в 2010–2012 гг. в МАДИ, позволяет повысить эффективность применения МГТ с гладким лотком по дну по сравнению с МГТ без гладкого лотка за счет увеличения её пропускной способности. Экспериментальные данные позволяют уточнить действующие рекомендации по определению глубины на входе  $h_{\text{вх}}$  и выходе  $h_{\text{вых}}$  из МГТ с гладким лотком по дну, не имеющей входного оголовка, со срезом перпендикулярным оси трубы. Это даёт возможность в дальнейшем выполнять адекватные расчёты для реальных конструкций водопропускных переходов различного назначения, в том числе и на нерестовых водотоках.

**М. И. Косткина**

(ЗАО «Экрос-Инжиниринг, Санкт-Петербург, Россия)

## **АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРАКЦИИ В КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ**

Автоматические системы твердофазной экстракции производства компании Fluid Management Systems Inc. (FMS), США предназначены для подготовки проб воды к определению органических загрязнителей, в том числе и стойких органических загрязнителей (СОЗ), таких как полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны (ПХДД/ПХДФ), полихлорированные бифенилы (ПХБ), полибромдифениловые эфиры (ПБДЕ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), пестициды, фталаты и др.

Система твердофазной экстракции PowerPrep SPE™ (рис. 1) реализует метод EPA 3535 и предназначена для извлечения анализируемых веществ из водных образцов путем сорбции на твердом носителе с последующим их элюированием подходящим растворителем в автоматическом режиме.



Рис. 1. Автоматическая система твердофазной экстракции PowerPrep SPE

Система PowerPrep SPE™ может обрабатывать одновременно до 6 проб воды, последовательно до 30 проб, автоматически кондиционируя и промывая сорбционные картриджи по выбору 5 различными растворителями, их смесями или растворами и собирая элюаты в вials или пробирки для последующего анализа. Технические характеристики системы приведены в табл.1.

Таблица 1

**Технические характеристики системы твердофазной экстракции**

Рабочий диапазон скорости растворителя	от 0,02 до 15,0 мл/мин
Рабочий диапазон давления растворителей	от 0 до 0,2 МПа
Входное давление инертного газа (азота)	не более 0,14 МПа
Количество последовательно обрабатываемых образцов	до 30 (до 5 на одном модуле)
Количество одновременно обрабатываемых образцов	до 6 (при использовании 6-модульной системы)
Объем пробы	от 2 мл до 8 л
Контроль процесса загрузки образцов	детектор пузырьков, промывка сосуда с образцом после загрузки пробы
Количество используемых растворителей	до 5
Колонки и картриджи для твердофазной экстракции	различного размера и объема, любых производителей
Управление	программа DMS-6000/встроенный контроллер

Полученные элюаты при необходимости поступают в систему колоночной сорбционной очистки Power-Prep/Cleanup или непосредственно в концентратор SuperVar, где проводится концентрирование анализируемых соединений методом упаривания растворителя инертным газом при нагревании.

Системы колоночной очистки PowerPrep Clean-Up реализуют методы EPA 3610, 3611, 3620, 3630 и предназначены для очистки экстрактов от мешающих примесей методом сорбционной хроматографии. Использование автоматической системы колоночной сорбционной очистки позволяет проводить очистку экстракта на 4 колонках, заполненных различными сорбентами. Выбор используемых колонок определяется природой анализируемого образца и извлеченных соединений. При определении диоксинов и диоксиноподобных ПХБ используют колонки с модифицированным силикагелем, основным оксидом алюминия и активированным углем. При подготовке «жирных» проб с содержанием жира более 0,2 г используются дополнительно колонки большого объема с модифицированным силикагелем.

Очистку экстракта проводят согласно заранее подготовленной программе, в которой прописывают алгоритм последовательности прохождения образца через колонки (до 4), алгоритм смены растворителей (до 5) и сбора фракций (до 5).

Система концентрирования SuperVar (рис. 2) позволяет проводить концентрирование анализируемых соединений методом упаривания растворителя инертным газом при нагревании.

Технические характеристики представлены в табл. 2.



а



б

Рис. 2: а – Концентратор SuperVar; б – сосуды для концентрирования

Все системы могут использоваться отдельно по независимым программам для подготовки образцов различной природы по различным методикам и в интегрированных вариантах совместной последовательной работы.

Высокая степень извлечения анализируемых веществ, устранение влияния мешающих примесей и эффективное концентрирование позволяют обеспечивать низкий предел обнаружения, точность, достоверность и воспроизводимость результатов анализа.

Таблица 2

**Технические характеристики концентратора SuperVar**

Количество сосудов для концентрирования	6/12/24
Объем сосудов для концентрирования	250/50/60/40/20/4/2 мл
Возможность концентрирования экстрактов непосредственно в вials об. 1–2 мл	наличие
Диапазон входного давления азота	от 0 до 0,2 МПа
Диапазон рабочих температур (сухой термостат)	от комнатной до 80 °С
Контроль процесса концентрирования	по времени/по объему
Управление	программа DMS-6000 / встроенный контроллер с сенсорным экраном

Результаты анализа параллельных проб водных образцов, приведенные в табл. 3, показывают высокую степень извлечения анализируемых соединений из водных растворов и хорошую воспроизводимость процедуры.

Таблица 3

**Степень извлечения хлор-, фосфор- и азотсодержащих пестицидов, полихлорированных бифенилов (ПХБ) из водных образцов**

Соединение	Введено, мкг/л	Степень извлечения, %	СКО, %
α-ГХЦГ	0,1	81,6	2,0
β-ГХЦГ	0,1	93,9	4,7
γ-ГХЦГ	0,1	83,1	4,7
δ-ГХЦГ	0,1	98,9	5,9
Гептахлор	0,1	82,5	5,0
Алдрин	0,1	80,0	4,5
Гептахлорэпоксид	0,1	89,8	5,2
γ-Хлордан	0,1	81,0	4,6
Эндосульфат I	0,1	87,8	4,7
α-Хлордан	0,1	82,9	4,5
Диэльдрин	0,1	85,9	4,7
4,4' -ДДЕ	0,1	84,0	4,7
Эндрин	0,1	70,6	5,3
Эндасульфат II	0,1	90,5	4,8
4,4'-ДДД	0,1	81,7	5,1
Эндрин альдегид	0,1	119,1	5,9
Эндосульфат сульфат	0,1	95,0	5,1
4,4'-ДДТ	0,1	96,2	6,4
Эндрин кетон	0,1	110,9	5,8
Метоксихлор	0,1	92,5	6,1
Алахлор	4,7	93,3	2,4
Атразин	4,4	89,1	1,6
Метолахлор	4,5	89,1	2,0
Симазин	4,2	84,4	0,9
Тербуфос	3,6	70,9	2,0

Соединение	Введено, мкг/л	Степень извлечения, %	СКО, %
ПХБ 5	1,0	91,6	0,2
ПХБ 87	1,0	91,3	0,2
ПХБ 153	1,0	90,7	0,3
ПХБ 209	0,1	77,3	4,1

Автоматизация всего процесса пробоподготовки, минимизация времени и эксплуатационных расходов, снижение необходимых требований к квалификации обслуживающего персонала делают автоматические системы ускоренной пробоподготовки незаменимым инструментом для анализа органических загрязнителей в питьевой, природной и сточных водах.

**С. О. Агеев, М. А. Матюгин**

*(Волжская государственная академия водного транспорта,  
г. Н. Новгород, Россия)*

### **ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ ОЗЕРА СПАССКОЕ У Г. ГОРОДЦА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Озеро Спасское типичный естественный водоём, расположенный в пойме реки Волги на северо-западной окраине г. Городца Нижегородской области. С 14 февраля 1984 года решением исполнительного комитета Горьковского областного Совета народных депутатов № 56 озеро Спасское берется под охрану и становится памятником природы регионального (областного) значения. Озеро используется местным населением в рекреационных целях, производится забор воды для полива садов.

Дно этого водного объекта сильно заилено – многолетние процессы, происходящие в озере, привели к естественному отложению донного ила в чаше водоема, уменьшению его глубины, т. е. появилось мелководье, которое негативным образом влияет на санитарно-экологическое состояние озера. В последнее время отмечено значительное антропогенное эвтрофирование водоема в результате загрязнения стоками с огородов (эвтрофирование водоёмов – ухудшение качества воды, нарушение кислородного режима, исчезновение ценных пород рыб, ухудшение условий рекреации. Основная причина эвтрофирования – антропогенное поступление в водоёмы биогенных веществ, главным образом, минеральных форм азота и фосфора, большая часть которых поступает со сточными водами). Об этом свидетельствует большая площадь зарослей рогоза и массовое развитие нитчатых водорослей. На сегодняшний день имеются результаты наблюдений, изысканий и исследований, которые сводятся к следующему:

1. Толща донных иловых отложений составляет от 0,4 до 1,2 м, при этом глубина воды в озере составляет в среднем около 1 м.

2. Озеро зарастает болотной растительностью.

3. Качество воды непригодно для купания из-за загрязнения сине-зелеными водорослями.

4. За последнее время уменьшилось поголовье рыбы, поскольку иловые отложения и некачественная вода в сочетании с малыми глубинами обуславливают постоянный дефицит кислорода, что приводит к массовой гибели рыбы.

5. Лабораторные испытания донных отложений на микробиологические и паразитологические показатели зафиксировали, что отложения относятся к отложениям умеренно-опасным. Это в значительной степени связано со стоками

поверхностных и грунтовых вод от частных домовладений, непосредственно примыкающих к озеру.

Таким образом, перечисленные выше факты установили основную цель данной работы – улучшение экологической обстановки на данном водном объекте, другими словами, экологическое оздоровление озера.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- очистить озеро от донных отложений;
- улучшить качество воды в водоеме;
- создать на берегу зоны рекреации.

В рамках решения поставленных задач предлагается проведение следующих мероприятий:

1. Очистка озера от иловых отложений гидромеханизированным способом, при этом планируемый общий объем выемки 49 638,33 м<sup>3</sup>.

2. Создание в озере естественного водообмена путем периодического забора воды из промежуточного бьефа Горьковского водохранилища с помощью сифона.

3. Бонитировка (это процесс оценки природного объекта и установления его бонитета, т. е. добротности или высокого качества) и зонирование рекреационных территорий и акваторий по различным видам отдыха населения, учитывая гидрологические, ландшафтные и санитарно-гигиенические особенности и нормы.

В результате расчистки озера ожидаются:

- изменение его гидрологического режима;
- улучшение качественных и органолептических характеристик вод

Органолептические свойства воды – это параметры, которые воспринимаются органами чувств человека и оцениваются по интенсивности их восприятия. К ним относятся вкус и привкус, запах, окраска, мутность и др.;

- восстановление ранее существовавшей экосистемы озера.

Рассматриваемая площадка представляет собой пойменную часть р. Волги, рельеф местности спокойный, во многих местах заболочен. Количество инженерных коммуникаций и элементов благоустройства незначительное. Юго-западный берег озера занят пойменными лугами, к северо-восточному берегу вплотную подходят огороды.

Гидрологические условия района следующие:

- четко выраженное высокое весеннее половодье, низкая летне-осенняя межень, прерываемая дождевыми паводками, и устойчивая продолжительная зимняя межень;

- питание озера осуществляется за счет атмосферных осадков и подземных вод;

- высшие уровни воды наблюдаются в период весеннего половодья. Максимальные уровни весеннего половодья на 0,5–1,5 м выше обычных меженных. В период весеннего половодья почти ежегодно наблюдается затопление прибрежной полосы озера. В период половодья озеро не затапливается водами реки Волги при расходе 1 %-ной обеспеченности (УВ 1 % 72,10 мБС). В меженный период отметка УВ в озере находится на 5–6 м выше уровня воды в р. Волге;

- наибольшая толщина льда на озерах данного района наблюдается в конце февраля – начале марта. Средняя толщина льда – 30 см, наибольшая за год – 60 см.

Для выполнения поставленной задачи предлагается гидромеханизированный способ очистки озера от донных отложений:

1. Учитывая планируемый объем извлечения донных отложений (общий объем выемки составит около 50 тыс. м<sup>3</sup>), предлагается создание карт намыва в районе между озером и подходным каналом к нижним шлюзам. Намыв иловых отложений производить в один ярус со средней толщиной иловых отложений 1,6 м безэстакадным способом, при этом сброс осветленной воды осуществлять через шандорные колодцы и сбросные трубы в озеро через отстойный пруд. Ближайшая граница карт должна находиться не менее 20 м от уреза воды озера, поскольку озеро является памятником природы.

2. Почвенно-растительный грунт снимать бульдозером с погрузкой в автосамосвалы, транспортировкой и укладкой во временные внешние отвалы.

3. Материал для создания пляжа намыва и пионерной дамбы обвалования брать в выемке вблизи карты намыва. Пляж намыва разравнивать бульдозером с уклоном в направлении шандорных колодцев.

4. Грунт со дна водоёма разрабатывать одним земснарядом с электрическим приводом производительностью по грунту 50 м<sup>3</sup>/час, транспортировать по системе плавучего берегового пульпопровода в карту намыва. (В карте происходит разделение пульпы на твердую и водную составляющие. Твердая составляющая пульпы остается в карте намыва, а водная составляющая через шандорный колодец, водосбросную трубу и пруд-отстойник возвращается в озеро).

5. После намыва донных отложений, добытый грунт должен (технологически) отстояться в зимний период для отдачи воды и приобретения твердой фазы. В дальнейшем иловые отложения, извлеченные со дна озера, можно использовать в качестве:

- межслойной пересыпки существующих полигонов ТБО;
- поверхностного балластного материала при рекультивации полностью заполненных полигонов ТБО;
- в качестве засыпки под газоны, при условии укладки поверх иловых отложений 20 см чистого плодородного грунта.

6. Грунт пионерной дамбы по завершении работ следует укладывать в места выемки. Почвенно-растительным грунтом рекультивировать строительную площадку. Произвести засев многолетними травами.

Для выполнения работ по расчистке оз. Спасское потребуются строительные машины (см. таблицу).

#### **Строительные машины для работ по расчистке озера**

Наименование машин	Тип, марка	Количество, ед.
Машины для земляных работ:		
1. Плавучий электрофицированный земснаряд с грунтовым насосом	ЗРС – М ГрАУ 1600/25	1
2. Экскаватор с ёмкостью ковша 0,65 м <sup>3</sup>	Э-652	1
3. Бульдозер	ДЗ-109	1
4. Автомашина	КАМАЗ -5511	15
Монтажные и подъёмно-транспортные машины:		
1. Автокран г/п 10 т	КС-3562	1
2. Трубоукладчик	ТЛГ-4	1
Прочие машины и механизмы:		
1. Сварочный аппарат	АДД-305	1

Для создания благоприятной экологической обстановки на озере после его очистки от донных отложений рекомендуется:

- в жилых домах, находящихся на прилегающей к озеру территории, создать ливневую и фекальную канализации;
- производить сбор сине-зеленых водорослей с помощью плоскодонного плавсредства; отжатие воды от массы водорослей с возвращением отжатой воды в озеро. Накопленные водоросли отправлять на сельскохозяйственные угодья.



**В. А. Шабанов, А. В. Шабанова**  
 (ФГБОУ ВПО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет», г. Самара, Россия)

### СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ВЕТЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ветлянское водохранилище находится на территории Нефтегорского района Самарской области (рисунки).

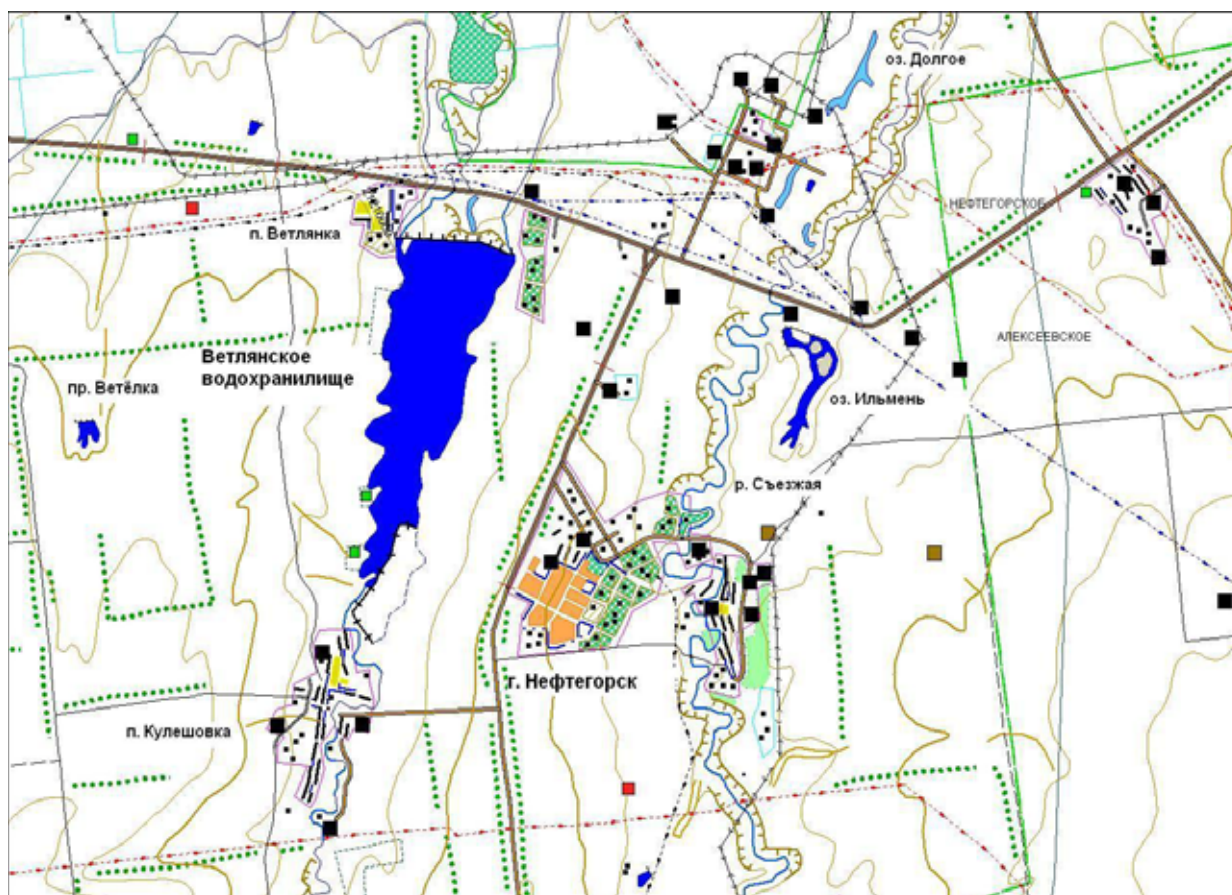


Схема Ветлянского водохранилища

Водохранилище создано на базе р. Ветлянки, притоке р. Съезжей, впадающей в р. Самару (табл.1).

Таблица 1

#### Сведения о реках [1]

Река	Место впадения	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Длина, км	Глубина (макс), м	Скорость течения, м/с
Ветлянка	Съезжая	0,447	50	-*	-*
Съезжая	Самара	2,41	108	1,5	0,01-0,36
Самара	Волга	46,1	575	2,0	1,5

\* - нет данных

Рельеф ровный, без заметных возвышенностей, характер ландшафта степной. Район беден грунтовыми и поверхностными водами. Годовая сумма осадков составляет в среднем 350 мм.

Ветлянское водохранилище было создано в 1951 году. Оно является частью Ветлянской оросительной системы, а также используется для рыбной ловли и рекреации.

Основные характеристики водохранилища:

- Площадь водосбора – 366 км<sup>2</sup>
- Длина – 7 км
- Максимальная ширина – 2,05 км<sup>2</sup>
- Максимальная глубина – 12 м
- Площадь зеркала – 883 га.

Целями настоящей работы являются: оценка фактического экологического состояния Ветлянского водохранилища по комплексу гидрохимических показателей; определение тенденций изменения качества воды, а также возможных направлений использования водохранилища.

На протяжении ряда лет [2–8] изменялось содержание марганца, цинка, меди, сульфатов, трудноокисляемых (ХПК) и легкоокисляемых (БПК<sub>5</sub>) органических соединений, а также взвешенных веществ.

Нами были выявлены особенности временной изменчивости содержания указанных компонентов (табл. 2).

Таблица 2

**Тенденции изменения содержания загрязняющих веществ во времени**

Показатель	Уравнение линии тренда	Характер изменения во времени	Период колебаний, лет
Марганец	$y = 3,72 - 0,97t$	возрастает	5
Растворенный кислород	$y = 10,125 - 0,3t$	убывает	3
Взвешенные вещества	$y = 56,5 - 3,55t$	убывает	6
Медь	$y = 2,543 + 0,148t$	медленно возрастает	4
Цинк	$y = 2,75 - 0,18t$	медленно убывает	3
Сульфаты	$y = 1,84 + 0,025t$	стабильный	5
ХПК		постоянный	–
БПК		постоянный	–

Среднегодовая концентрация марганца превышала нормативные значения (ПДК для рыбохозяйственных водоемов) на протяжении всего рассматриваемого периода. В 2005 [2] и 2011 году [8] был зарегистрирован высокий уровень загрязнения марганцем, а в 2005 – экстремально высокий (98 ПДК). Поскольку Ветлянское водохранилище является практически бессточным водоемом и находится в степной зоне, которая характеризуется слабым годовым дефицитом влажности, то для процессов, ведущих к восстановлению марганца, создаются благоприятные условия. Сформировавшиеся за годы эксплуатации водохранилища донные отложения представляют собой депо марганца.

Содержание кислорода на протяжении всего периода наблюдений снижалось. Если тенденция сохранится, то содержание кислорода упадет ниже допустимого, начнутся заморные явления, и водохранилище утратит значение для рыбного хозяйства. К важным факторам, определяющим снижение содержания кислорода, относится накопление органических илов. Поэтому необходимым шагом по нормализации содержания кислорода является сокращение их количества.

В связи с развитием сельского хозяйства водосборная территория р. Ветлянки в настоящее время более чем на 75 % распаханна, что привело к уменьшению ее водности, увеличению потока твердого материала в водохранилище и, как следствие – интенсивному заилению [1]. Взвешенные вещества играют важную роль в сорбции и связывании соединений меди, между их содержанием существует обратная связь. Между тем, загрязненность воды медью растет. Превышение ПДК в 100 % проб воды Ветлянского водохранилища отмечалось в 2005 [2], 2007 [4], 2010 [6], 2011 [7] гг. Максимальная кратность превышения ПДК изменялась от 3 до 9.

Динамика сульфатов, наряду с хлоридами, считается наиболее ярким индикатором антропогенного загрязнения природных вод. Содержание сульфатов с 2004 по 2011 год оставалось стабильным и не превышало 3 ПДК.

Основные результаты настоящей работы:

1. Выполнен анализ экологического состояния Ветлянского водохранилища. Для ряда показателей (марганец, цинк, медь, сульфаты, содержание растворенного кислорода и взвешенных веществ, ХПК и БПК<sub>5</sub>) оценены тенденции изменения за период с 2000 по 2011 гг.

2. Показано, что наиболее тревожная ситуация складывается с содержанием марганца: оно неуклонно растет, достигая высоких (2011 г.) и экстремально высоких (2005 г.) уровней загрязнения.

3. Если выявленные тенденции сохранятся, то водоем может утратить значение для рыбного хозяйства.

#### Литература

1. Голубая книга Самарской области: Редкие и охраняемые гидробиоценозы /Под редакцией чл.-корр. РАН Г. С. Розенберга и д. б. н. С. В. Саксонова. – Самара: СамНЦ РАН, 2007. – 200 с.

2. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Самарской области в 2005 году. Выпуск 16. – Самара, 2006. – 298 с.

3. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Самарской области в 2006 году. Выпуск 17. – Самара, 2007.

4. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов в Самарской области в 2007 году. Выпуск 18. – Самара, 2008. – 336 с.

5. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Самарской области в 2009 году. Выпуск 20. – Самара, 2010.

6. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2010 год. Выпуск 21. – Самара, 2011. 336 с.

7. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Самарской области в 2011 году. Выпуск 22. – Самара, 2006. – 343 с.

**А. В. Антипова, С. В. Симак**  
(Самарская государственная областная академия (Наяновой),  
г. Самара, Россия)

## **ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗАМКНУТЫХ ВОДОЕМОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА САМАРА**

Природные и искусственные водоемы играют огромную роль как в поддержании экологического баланса городских экосистем, так и для обеспечения рекреационных потребностей населения. В совокупности они образуют гидрографическую сеть [1, 2].

Формирование озер зависит от ведущих географических факторов: рельефа, климата, поверхностного стока; пруды создаются в результате деятельности человека, причем не всегда целенаправленной. Ряд прудов, созданных в Самаре от 50 до 120 лет назад, по своим экосистемным свойствам практически не отличаются от озер природного происхождения. В конце XIX века в окрестностях старой купеческой Самары (ныне Промышленный и Советский районы), на территории монастырей, усадеб, дач и садоводческих хозяйств было создано несколько десятков водоемов овражного и копаного происхождения. В настоящее время они удачно вписались в архитектурный ландшафт современного города, и называются его жителями озерами. Сегодня искусственные озера оживляют городской пейзаж, служат местом отдыха и психологической разгрузки горожан [5].

Необходимость исследования городских озер и прудов определяется их гидрологической ролью в регулировании водного режима территорий, хозяйственным, в том числе рекреационным, значением, а в ряде случаев – природоохранными соображениями [4]. Без достоверной и оперативной информации об их состоянии невозможно обеспечить эффективное управление водным фондом города, с получением максимально возможных полезных результатов (микrokлиматических, рекреационных, хозяйственных и др.) и минимизацией возможного ущерба (от подтопления, размножения комаров и пр.).

Гидрологическое значение городских водоемов проявляется в регулировании речного стока и грунтовых вод, модификации микроклимата, заболачивании территории, осадконакоплении донных отложений и формировании из них новых горных пород – биолитов (торф, сапропель и т. д.), развитии специфической озерной биоты [1]. С точки зрения управления городским хозяйством, нужно учитывать как полезные, так и возможные негативные эффекты от таких водоемов.

Кроме того, водоемы в городе имеют важное эстетическое значение и улучшают санитарно-гигиенические условия, способствуя уменьшению задымленности и загрязненности воздуха, на 8–10 % увеличивая его прозрачность. Над водной поверхностью идет быстрое рассеивание вредных выбросов, на 30 % и более возрастает приход ультрафиолетовой радиации, в лучшую сторону меняется микроклимат прилегающей территории [3].

Для эффективного управления системой городских озер и прудов необходима достоверная и оперативная информация об их состоянии, значении и возможностях использования. Необходимым начальным этапом получения такой информации является инвентаризация, которая была проведена нами в сотрудничестве с Департаментом благоустройства и экологии администрации г. о. Самара в 2012 г. По ее результатам выявлено 173 таких объекта. Следует учитывать, что часть водоемов постоянно или временно соединяются между собой и/или с речными водотоками, проходящими по территории города – рек Самара и Волга (верхнего бьефа Саратовского водохранилища).

В качестве стандартных характеристик использованы: расположение, транспортная доступность, характер окружения, периметр, площадь водоема, величина и площадь водоохранной зоны, форма, происхождение, предлагаемые водоохранные мероприятия и социальная значимость. В качестве одного из основных критериев состояния береговой зоны и водного зеркала выступала их захлапленность.

Специальных гидробиологических и гидрохимических исследований на данном этапе не проводилось. К описаниям приложены спутниковые снимки водоемов и их карты-схемы, сделанные с использованием картографического ресурса <http://wikimapia.org> (изображения 2012 DigitalGlobe, GeoEye) и фотографии водоемов. На основании полученных данных составлен реестр водоемов г. о. Самара.

По территории городского округа водоемы распределены неравномерно. Они имеются в 8 из 9 районов – Кировском, Красноглинском, Куйбышевском, Ленинском, Октябрьском, Промышленном, Самарском и Советском. Больше всего водных объектов (69) зафиксировано в Куйбышевском районе. Много озер и прудов на территории Кировского (36) и Красноглинского (25) районов. Меньше всего водоемов находится на территории Ленинского (1) и Самарского (6) р-нов. Нет ни одного водоема в Железнодорожном р-не Самары (рис. 1,2).

К сожалению, состояние лишь 9 % (12 водоемов) из всех исследованных может быть признано удовлетворительным по критериям чистоты берегов и водного зеркала.

Около 6% (8 водоемов) находятся в хорошем или удовлетворительном состоянии, но зона вокруг них требует точечного ремонта или санитарной очистки.

11 % (15 водоемов) от общего числа находятся в неудовлетворительном состоянии, при этом ряд из них имеют особую социальную значимость: после благоустройства могут стать перспективными рекреационными объектами. Для организации зоны отдыха вокруг таких водоемов необходим ряд мер по благоустройству. На эту категорию следует обратить особо пристальное внимание.

Поскольку границы г. о. Самара за последнее время сильно расширились, к городским водоемам теперь относятся не только искусственные, но и естественные озера. Множество таких озер-стариц находится в Куйбышевском районе, озерная сеть которого, справедливо именуемая «Самарской Венецией», представляет собой остаток древнего русла р. Самары. Естественные пойменные озера расположены также в Красноглинском и Кировском районах, на правом берегу и островах р. Волги. К сожалению, такое расширение городских границ предполагает повышенное антропогенное воздействие на водоемы, которое особенно усиливается в летний период. В отношении этих водоемов необходимо предусмотреть меры защиты, предполагающие регулярную санитарную очистку, патрулирование и создание особого охранного режима. Их доля от общего числа водоемов максимальная – 38 % (70 водоемов).

Особую категорию составляют водоемы как искусственного, так и природного происхождения, находящиеся вблизи или на территории дачных и частных жилых массивов. Такие водные объекты, как правило, в течение всего года испытывают высокую антропогенную нагрузку в виде несанкционированных свалок мусора на берегах и стоков выгребных ям, засорении берегов садовым, бытовым и строительным мусором и т. д. В отношении таких водоемов необходимо принять ряд мер, связанных с прекращением негативного воздействия. Доля данных водоемов от общего числа – 22 % (41 водоем).

Не менее 3 % (5 водоемов) находятся в промышленной зоне, поэтому использование их для отдыха и рыбалки нежелательно. Как правило, они требуют мероприятий по санитарной очистке, а также по предотвращению негативного влияния расположенных вблизи предприятий.

Около 7 % (9 водоемов) из исследованных находятся в *катастрофическом* состоянии. Необходимы срочные меры по ликвидации свалок, стоков и других негативных воздействий на них.

К сожалению, нередко случаи высыхания водоемов, причинами этого могут являться: тенденция пересыхания родников в связи с уменьшением осадков, характерная для региона в целом, распашка и застройка водоохраных зон, вырубка защитных лесов, строительные работы. Доля таких водоемов составляет не менее 5 % (11 водоемов).

Полученные данные переданы в Департамент благоустройства и экологии Администрации г. о. Самара. 9 апреля 2013 г. по итогам этого исследования в

Самарской Губернской Думе состоялся круглый стол, организованный Общественной палатой Самарской области, посвященный путям решения проблем водоемов, расположенных в черте г. о. Самара с учетом междисциплинарного подхода. На мероприятие были приглашены представители государственных структур, науки, бизнеса и общественности. По итогам круглого стола вынесен ряд рекомендаций.

Администрации городского округа Самара рекомендовано разработать и принять муниципальную программу «Экологическая реабилитация и благоустройство водоемов на территории г. о. Самара»; сформировать межведомственную междисциплинарную рабочую группу по изучению проблем и подготовке предложений к программе реабилитации и благоустройства водоемов городского округа Самара; усилить контроль за состоянием водоемов в черте г. о. Самара, в том числе с применением специальных технических средств, сделать такой контроль системным; использовать научный и проектный потенциал учебных и научных учреждений города, в том числе студенческий, для разработки проектов по экологической реабилитации и благоустройству водоемов.

Правительству Самарской области совместно с администрацией г. о. Самара разработать и принять нормативно-правовую базу, необходимую для создания на территории города рекреационно-экологического каркаса в ранге особо охраняемой природной территории регионального или местного значения, «узлами» которого станут благоустроенные водоемы.

#### Литература

1. Богословский, Б. Б. Очерки по озероведению / Б. Б. Богословский, С.Д. Муравейский. – М.: Изд-во МГУ, 1955. – 176 с.

2. Дмитриева, В. А. Гидрологическая роль озер и болот Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2010. – №. 1. – С. 98–102.

3. Кирвель, И.И. Благоустройство малых водосборов искусственными водоемами/ И. И. Кирвель, П. С. Лопух, В. М. Широков / Обзорная информация. Серия 87.35.91. Охрана окружающей среды. Минск.: БелНИИНТИ, 1989. – 63 с.

4. Муравейский, С.Д. Реки и озера. Гидробиология. Сток. / С. Д. Муравейский. – М. : Географгиз, 1960. – 388 с.

5. Соловьева, В. В. Закономерности формирования растительного покрова малых искусственных водоемов Самарской области под влиянием природных и антропогенных факторов : дис. ... кандидата биологических наук : Самара, 1995.

**С. В. Симак**

*(член Общественной палаты РФ, Председатель центрального совета Межрегиональной социально-экологической некоммерческой организации «Зеленая Лига», проректор Самарской государственной областной академии (Наяновой), г. Самара, Россия)*

**БОЛЬШИЕ ПЛОТИНЫ ВОЛЖСКОГО КАСКАДА  
И ЧЕБОКСАРСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**  
(по материалам презентации)

**Водохранилища Волжского каскада – последствия:**



Суммарная площадь водного зеркала 12 водохранилищ составляет более 23 тыс. м<sup>2</sup>.

Затоплено 265 тыс. га пашни и 735 тыс. га сенокосов и пастбищ, переселено около 650 тыс. человек.

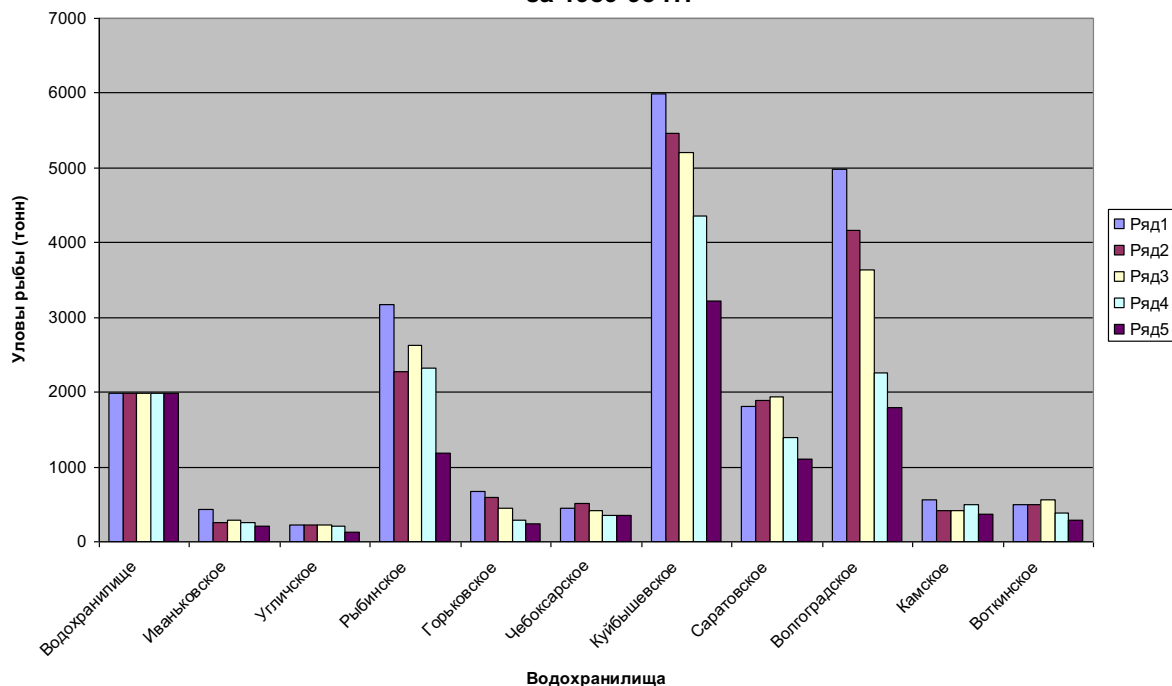
**Сокращение вылова за 30 лет**

- леща в 4,5 раза,
- воблы - в 8,
- сельди - в 16,
- судака - в 24 раза



Площадь нерестилищ осетровых на р. Волге сократилась в 8 раз (до 450 га).  
Нерестилища белорыбцы и проходной сельди уничтожены полностью.

### Динамика снижения уловов рыбы на Вожско-Камских водохранилищах за 1989-93 гг.



#### Чебоксарское водохранилище

Современный уровень – 63 м  
Площадь мелководий – 34 %

### Последствия 68 отметки

- Почти 1000 кв. км.
- 2000 жилых домов
- Ликвидация рабочих мест
- Разрушение дорог
- Воздействие на растительный и животный мир
- Воздействие на качество вод



#### **Угрозу безопасности будут создавать:**

скотомогильники, промтоходы, малярийный комар, накопленные токсичные отходы



## Цена вопроса

- Затраты – 97 млрд
- Общий ущерб – порядка 1,5 трил.



В целях сохранения устойчивого развития

## НЕОБХОДИМО:

- Отказаться от строительства плотин на равнинных реках
- Использовать энергию рек с помощью рукавных ГЭС
- Оптимизировать уровни существующих равнинных водохранилищ
- Провести корректировку энергетической стратегии России
- Активно развивать возобновимые источники энергии (ветро, гелио, приливно-отливные, геотермальные электростанции, производство «биотоплива»).

*Н. М. Трунов, А. М. Никаноров, И. П. Ластенко  
(ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета,  
г. Ростов-на-Дону, Россия)*

## **ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ АВАРИЙНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КРУПНЫХ РЕК**

В последние десятилетия в Российской Федерации, как и во многих других странах мира, наметилась тенденция роста числа всевозможных техногенных катастроф, сопровождающихся залповыми сбросами загрязняющих веществ в водные объекты. Масштабы этого явления можно оценить, проследив динамику роста числа техногенных аварий. За пять лет прошлого столетия (1992–1996) в России произошло 250 аварий, а за один только 2005 год – 863. Доля аварийного загрязнения в общем объеме экологических нарушений в настоящее время, по экспертным оценкам, достигает 25–30 %. Особенно быстрыми темпами в последние годы стала нарастать доля экстремального загрязнения водных объектов. В 2001 году в сравнении с 2000 годом в 2,5 раза увеличилось количество случаев экстремально высокого загрязнения водных объектов веществами I и II класса опасности (на 56 водных объектах), в 1,5 раза – загрязнение веществами III и IV класса опасности (на 314 водных объектах). Количество случаев высокого загрязнения при чрезвычайных ситуациях увеличилось в сравнении с 2000 годом в 1,6 раза [1]. Причин этого явления много. Это и технологическая отсталость многих производств, ориентированных на экстенсивный путь развития, и патриархальная многоукладность экономики, и отсутствие эффективного мониторинга данного вида загрязнений. Большую проблему представляет и огромное количество потенциальных источников аварийного загрязнения. В настоящее время в России зарегистрировано свыше трех миллионов юридических лиц, представленных самыми разными предприятиями – от гигантов, вроде ВАЗа или Газпрома, до владельцев торговой палатки. При этом экологически опасное производство имеется на 157 тыс. из них, то есть, примерно на каждом десятом.

Все более опасные масштабы принимают аварии при производстве, транспортировке и хранении различных, в том числе токсичных, химических веществ. Только в системе водного транспорта номенклатура опасных грузов насчитывает свыше 3000 наименований, около 300 из них перевозится наливом. Риск аварий резко возрастает при комплексном размещении предприятий в результате наложения факторов аварийности различных производств. При этом возрастает и сложность установления виновника нелегального сброса опасных загрязняющих веществ.

Перечисленными трудностями не исчерпываются причины медленного развития оперативного мониторинга аварийного загрязнения водных объектов. Значительная часть трудно решаемых проблем развития оперативного мониторинга аварийного загрязнения водных объектов кроется в том, что существующая система наблюдений и контроля, являющаяся базой развития оперативного мониторинга, отвечает, главным образом, целям и задачам режимного мониторинга. Установленные сроки отбора проб, четко закрепленные пункты и створы наблюдений, методическое обеспечение, ориентированное, в основном, на стационарный анализ, а также ограниченные возможности охвата наблюдениями водных объектов даже в некоторых промышленных областях России, не позволяют эффективно решать задачи оперативного контроля. В программу регулярного контроля обычно включается только анализ воды, в то время как множество распространенных и опасных токсикантов мигрирует в основном в сорбированном состоянии и накапливается в донных отложениях и гидробионтах. По этим и некоторым другим причинам пользователи получают сильно искаженную информацию и неоправданно оптимистическое представление об уровнях загрязнения водных объектов.

Под аварийным загрязнением водных объектов понимается, как правило, залповый сброс вредных веществ в водный объект. Залповый сброс носит спонтанный

характер как по времени, так и по месту возникновения. Главные особенности аварийного загрязнения водных объектов имеют ряд характерных особенностей, определяющих требования к системе мониторинга аварийного загрязнения водных объектов:

- трудности прогноза характера возникновения аварийных ситуаций;
- большое разнообразие причин их возникновения;
- большое разнообразие композиций загрязняющих веществ;
- сравнительно короткое время воздействия выброса на тот или иной локальный участок водного объекта при большой интенсивности воздействия.

Следует отметить, что последняя особенность в сочетании с инерционностью адаптационных механизмов водных экосистем приводит к рассогласованности воздействующих факторов и ответных реакций экосистем. Поэтому аварийное загрязнение является наиболее опасным видом загрязнения, приводящим к наибольшему ущербу, который растет с ростом времени реагирования на него. Отсюда следует, что контроль за аварийным загрязнением должен осуществляться в реальном масштабе, и чем скорее будут ликвидированы последствия аварии, тем меньший ущерб будет нанесен экосистеме и народному хозяйству.

При этом очевидным является тот факт, что все вышеперечисленные свойства аварийного загрязнения водных объектов с особой силой проявляются на больших реках. А если учесть наличие на больших реках русловых водохранилищ, резко ухудшающих вынос загрязняющих веществ, то можно представить масштабы проблем организации оперативного мониторинга на этих водных объектах.

Решение этих проблем требует разработки методологии наблюдений, выбора информативных методов и составление программ, рациональных и с эколого-экономической точки зрения. Традиционные методы мониторинга в этом случае малоэффективны. Огромное разнообразие потенциальных загрязнителей и непредсказуемость места и сроков аварии, в сочетании с присущим чрезвычайным ситуациям жестким дефицитом времени, создают, как правило, столь значительные трудности в организации оперативных работ, связанных с аварийным загрязнением природных вод, что фактически всевозможные «чрезвычайные комиссии», «оперативные группы» и т. п. становятся лишь наблюдателями неуправляемых аварийных процессов.

В основе разрабатываемого в Гидрохимическом институте подхода предусматривается использование специальной программы гидролого-гидродинамических и химико-биологических исследований на участках наиболее вероятного возникновения чрезвычайных ситуаций. Эта программа позволяет оценить вероятность аварийного загрязнения на данных объектах или их участках и выработку детального прогноза развития «сценария» аварийного процесса, воспроизводящего развитие аварийных процессов в наиболее узких местах экосистем. «Сценарии» создаются для каждого юридического или физического лица, использующего в тех или иных целях любые материалы, которые в принципе могут оказаться в роли аварийных загрязнителей водных объектов. На основе разработанного сценария проводятся специальные натурные эксперименты, позволяющие прогнозировать поведение моделируемых объектов в условиях аварийного загрязнения. При этом устанавливаются оптимальный список контролируемых ингредиентов, режимы отбора проб, основные параметры сети пространственно-временных наблюдений, частоты наблюдений и т. п.

В методологическом отношении новая подсистема должна базироваться на унифицированных подходах, способных обеспечить получение предельно достоверной всесторонней информации об основных внутриводоемных процессах, происходящих в аварийно загрязненном водном объекте [2, 3, 4]. Только при наличии такой информации возможно использовать в системе оперативного мониторинга количественные прогнозные расчеты, математическое моделирование и т. п.

В связи с тем, что в формировании итоговой картины последствий аварийного загрязнения главную роль играют пространственно-временные динамики содержания

загрязняющих примесей и продуктов их трансформации в водном объекте, исследоваться должны две основные группы процессов: гидролого-гидродинамические и физико-химические, химико-биологические процессы.

Гидролого-гидродинамические процессы обеспечивают перенос, перемешивание, разбавление и т. п. водных масс. Поскольку эти процессы в основном формируют пространственно-временное распределение концентраций загрязняющих примесей в водном объекте после аварийного загрязнения, результаты натурного исследования этих процессов имеют большое самостоятельное значение для прогнозирования последствий аварийного загрязнения водного объекта и, прежде всего, они позволяют определить с высокой точностью время добегания волны загрязнения до заданного створа, определить объем загрязненной воды, установить режим разбавления загрязненных вод в любой точке водного объекта. Учитывая тот факт, что большинство внутриводоемных физико-химических и химико-биологических процессов зависят от режима поступления загрязненных вод, необходимы результаты этих исследований и для корректного моделирования химико-биологических процессов. В нашем подходе эти процессы моделируются в натуральных полевых экспериментах с помощью многоцветных флуоресцентных трассеров [4].

Физико-химические и химико-биологические превращения в водных объектах определяются процессами физико-химической и химико-биологической деструкции загрязняющих веществ, осаждения, сорбции / десорбции, кумуляции, испарения и т. п. Эти процессы моделируются в рамках натуральных химико-биологических экспериментов на мезокосмах [3].

#### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии водных ресурсов Российской Федерации в 2002 году». – М.: НИА-Природа, 2003. – 166 с.
2. Использование трассерных методов в оперативном мониторинге аварийного загрязнения водных объектов / Н. М. Трунов, А. М. Никаноров, В. Н. Аскалепов, М. М. Трофимчук // Гидрохимические материалы. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – Т. 100. С.85–92.
3. Никаноров, А. М. Внутриводоемные процессы и контроль качества поверхностных вод./ А. М. Никаноров, Н. М. Трунов / Под ред. А. И. Бедрицкого. – СПб.: Гидрометеиздат, 1999. – 155 с.

***А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, И. В. Бокова***  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Невозможно переоценить значение воды в жизни человека. Это важнейший физиологический и социальный фактор. В этих аспектах важны не только обеспеченность и количество питьевой воды, но и ее качество. Бактериологическое и химическое загрязнение воды ведет к возникновению заболеваний. Загрязнение водных объектов – источников питьевого водоснабжения – ведет к росту риска заражения через питьевую воду. Там, где вода сильно загрязнена, чаще возникают кишечные заболевания. С загрязнением питьевой воды фекалиями связаны такие заболевания, как дизентерия, брюшной тиф, холера, гепатит А. Ежегодно в мире отмечаются сотни тысяч случаев этих заболеваний. Централизованное водоснабжение позволяет резко поднять уровень санитарной культуры населения, способствует уменьшению заболеваемости лишь при бесперебойной подаче достаточного количества воды гарантированного качества. Но вместе с тем нарушение тех или иных санитарных правил как при организации водоснабжения, так и в процессе

эксплуатации водопровода влечет за собой санитарное неблагополучие вплоть до настоящих катастроф.

В опубликованных данных по изучению качества природных вод, а также эффективности очистки воды на водопроводных очистных сооружениях большое внимание уделяется загрязнению источников водоснабжения промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, а также недостаточной эффективностью очистных сооружений водопровода в отношении органических и бактериологических загрязнителей. Во многих регионах России отмечается сложная обстановка по заболеваемости населения, связанная с распространением инфекции через воду из систем централизованного водоснабжения. Ежегодно в среднем регистрируются 1,0 – 1,5 млн больных, причем 66–85 % заболеваний вызываются возбудителями дизентерии Флекснера, а вода является основным передающим фактором. Значительное место среди кишечных инфекций неустановленной этиологии занимают заболевания, вызванные ротавирусами и кампилобактериями.

Среди возбудителей бактериальных инфекций преобладают антибиотикоустойчивые штаммы, а контроль присутствия вирусов в питьевой воде затруднен. Очевидно, что поэтому необходимо внедрять технологии, обеспечивающие и гарантирующие отсутствие вирусной и бактериологической опасности.

Существенным негативным фактором, влияющим на здоровье людей, является присутствие в питьевой воде хлорорганических веществ, особенно хлороформа. Хлороформ и другие хлорорганические вещества, образующиеся в питьевой воде при использовании технологий, в которых в качестве окислителя используются хлорсодержащие вещества, представляет серьезную опасность для здоровья населения. Доказано общетоксичное действие, канцерогенность и мутагенность хлороформа. В связи с этим для предотвращения образования хлорорганических соединений в питьевой воде, необходимо рассмотреть возможность изменения технологии водоподготовки и, прежде всего, использовать в качестве первичного окислителя озон. Многолетние исследования подтверждают его высокую эффективность, универсальность и экологическую чистоту.

Для определения путей улучшения состояния питьевого водоснабжения в Нижегородской области специалистами кафедры водоснабжения и водоотведения Нижегородского архитектурно-строительного университета было обследовано состояние систем водоснабжения 33 населенных пунктов области. В результате этой работы было установлено, что в 28 из них (84,8 %) питьевая вода не соответствовала требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-гигиенические правила и нормативы». По бактериологическим показателям вода не соответствовала требованиям СанПиН во всех населенных пунктах. Наиболее распространенным показателем низкого качества питьевой воды является повышенное содержание солей жесткости, железа, марганца, фтора, бора.

Полученные данные свидетельствуют о неблагополучном состоянии водопроводных очистных сооружений, несоответствии используемых технологий решаемым задачам, необходимости принятия срочных мер по решению проблемы обеспечения населения Нижегородской области качественной питьевой водой.

В рамках федеральной целевой программы «Возрождение Волги» специалистами университета была также проведена работа по выяснению состояния систем водоснабжения на водопроводных станциях в городах Волжского бассейна. В результате были получены достоверные сведения о состоянии и работе 73 водопроводных очистных сооружений в городах Волжского бассейна с населением более 100 тыс. чел. Из 73 обследованных водопроводных станций 44 подают населению нестандартную воду, 19 – получают питьевую воду, соответствующую СанПиН, в ряде случаев отмечено загрязнение воды в распределительной сети (чаще по баканализу).

Показатели, по которым чаще всего пробы воды не соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01: бактериальное загрязнение, перманганатная окисляемость,

железо общее, цветность, жесткость общая, остаточный алюминий, марганец. На отдельных объектах имеют место нестандартные пробы по таким показателям, как хлор свободный, кремний, магний, тригаллоидметаны (ТГМ) и токсичность.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что в России давно назрела необходимость модернизации технологий водоснабжения с применением передовых методов очистки – преозонирование, микрофльтрация, биологическая очистка и пр. Автоматизация обследованных водопроводных станций находится на низком уровне. Лишь на 19 объектах существует частичная автоматизация.

Очевидно, что проблема обеспечения качественной питьевой водой населения городов России стоит очень остро, и решение этой проблемы приобретает огромное значение. Назрела необходимость срочного проведения работ по реконструкции и модернизации систем водопроводных очистных сооружений с применением передовых методов очистки воды для питьевых целей.

Необходима организация целевого финансирования работ по обследованию, проектированию, строительству и реконструкции водопроводных станций. Особо хочется подчеркнуть, что выполнять эти работы должны специалисты, ученые, имеющие большой опыт работы в этой области.

Следует также отметить, что остро стоит вопрос о совершенствовании контроля за работой станций водоподготовки. Существующие нормативы по проверке работы водопроводных станций крайне неудовлетворительные и не обеспечивают должный контроль за качеством питьевой воды, поставляемой населению. Проведенные работы показали, что практически все обследуемые водопроводные станции или не имеют проектной документации, или она не отражает реального состояния очистных сооружений, отсутствует или устарела исполнительская документация и пр.

Ученые и специалисты Нижегородского архитектурно-строительного университета, обладая уникальными результатами научных исследований в области водоподготовки, богатым практическим опытом и необходимыми знаниями, готовы подключиться к решению задач обеспечения населения качественной питьевой водой и выполнить необходимые работы с большим эффектом и минимальными затратами.

***А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, И. В. Бокова***  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРЕДОЧИСТКИ И ОЗОНИРОВАНИЯ**

Установлено, что питьевая вода содержит большое количество органических соединений синтетического происхождения, концентрация которых составляет порядка сотых, а иногда даже десятых миллиграмм на литр. На станциях водоподготовки, работающих по схеме «первичное хлорирование – коагулирование – отстаивание – фильтрование – вторичное хлорирование» питьевая вода содержит хлороформ в концентрациях в 2–4 раза превышающих допустимые нормы. Суммарное количество летучих галогенорганических соединений (ЛГС) в питьевой воде при этом составляет 308 мкг/л (в исходной воде количество ЛГС – 242 мкг/л).

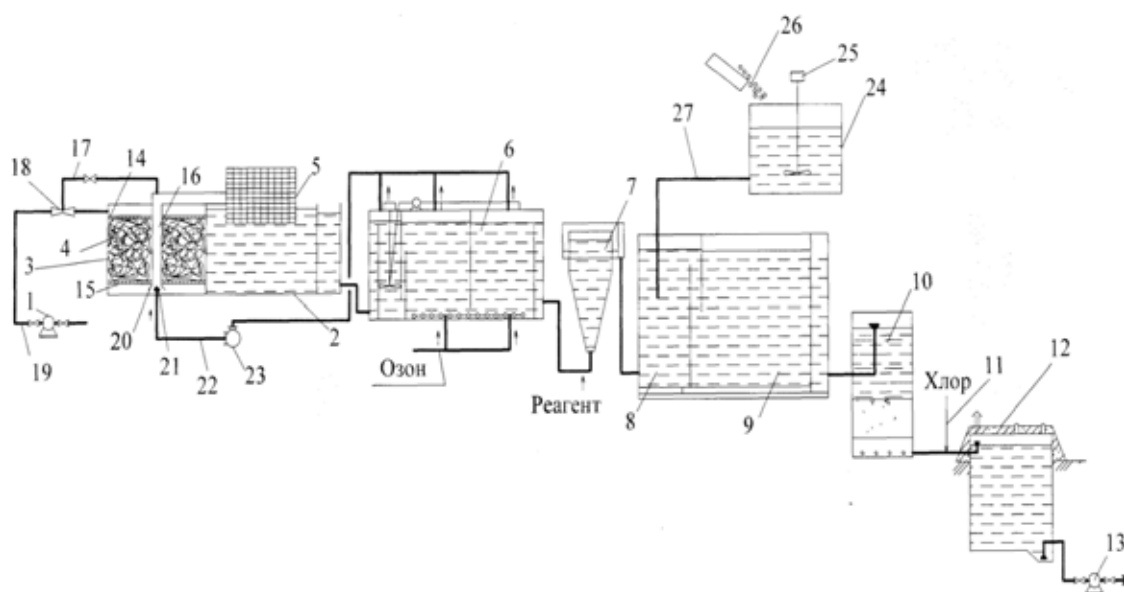
В связи с этим многие исследователи заняты усовершенствованием технологий водоподготовки и поиском новых эффективных и экологически безопасных способов обработки воды [1, 2].

Известно, что озонирование является одним из перспективных методов обработки воды. Высокая эффективность озона при использовании его в качестве первичного окисляющего агента подтверждают универсальность, экологическую чистоту и целесообразность его применения в современных технологиях водоподготовки [3].

Фито- и зоопланктон (гидробионты), содержащиеся в природной воде, существенно влияют на работу водопроводных очистных сооружений. Их наличие ухудшает качество исходной воды, осложняет работу очистных сооружений в период вегетации, отрицательно влияет на здоровье животного мира, в том числе и человека. Однако в технологиях водоподготовки можно успешно использовать способность гидробионтов поглощать (аккумулировать) растворенные в воде загрязнители природного и антропогенного происхождения.

Исследование аккумулирующей способности гидробионтов, а также изучение влияния различных факторов на их жизнедеятельность позволяет разработать уникальные устройства биологической предочистки воды поверхностных водоисточников. Эти устройства могут быть рекомендованы как самостоятельный важный этап предварительной очистки воды.

На кафедре водоснабжения и водоотведения ННГАСУ проведены подобные исследования. В результате была разработана высокоэффективная экологически безопасная технология получения питьевой воды с использованием озона и устройств биологической предочистки. Эта технология может быть использована для крупных городов и малых населенных пунктов [4–6] (рисунок).



Технологическая схема обработки воды с использованием биологической предочистки и озонирования

1 – насосная станция первого подъема; 2 – микрофильтр; 3 – приемный канал микрофильтра; 4 – элемент наживления биоценоза; 5 – фильтрующий барабан; 6 – контактная камера первичного озонирования; 7 – смеситель; 8 – камера хлопьеобразования; 9 – горизонтальный отстойник; 10 – скорый безнапорный фильтр; 11 – трубопровод подачи хлора; 12 – резервуар чистой воды; 13 – насосная станция второго подъема; 14 – верхняя щелевая перегородка; 15 – нижняя щелевая перегородка; 16 – центральная труба; 17 – отводящий патрубок; 18 – эжектор; 19 – подводящий трубопровод; 20 – направляющий козырек; 21 – распылительная насадка; 22 – воздухопровод; 23 – компрессор; 24 – емкость для приготовления угольной пульпы; 25 – механическая мешалка; 26 – ввод активированного угля; 27 – трубопровод подачи угольной пульпы в камеры хлопьеобразования

Технология включает обработку озоном, отстаивание, фильтрование и обеззараживание. Наибольший эффект при очистке воды достигается при использовании объемных носителей биоценоза, поддержании скорости потока воды на уровне 0,5–0,6 м/с и содержание остаточного озона в воде 0,05 мг/л. Во всех опытах

качество воды удовлетворяло требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Следует отметить, что качество воды обеспечивается даже при низких ее температурах (2–3 °С), что важно в условиях средней климатической полосы.

#### Литература

1. Sung-Ryong Ha, Suyodoa Vinitnantharat, Joshinobu Ishinobashi // J. Environ. Sci. Health. – 2004. – А36. – Р. 275 – 292.
2. Aktas O., Cecen F. // Chem. Technol. Biotechnol. – 2006. – 81. – Р. 94–98.
3. Васильев, А. Л. Очистка поверхностных вод озонотом: Монография / А. Л. Васильев, В. В. Найденко, Л. А. Васильев // Н. Новгород. ННГАСУ. – 2007. – 217 с.
4. А. с. 1832119 РФ, С 02/00. Установка для очистки природных вод и способ его осуществления / В. В. Найденко, Л. А. Васильев, А. Л. Васильев, Е. А. Дергунов. Заявл. 17.06.91; опубл. 0.7.08.93. Бюл. № 29.
5. Васильев, А. Л. Биологическая предпочистка в технологиях водоподготовки для питьевых целей : Монография. / А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, И.В.Бокова / Н.Новгород. ННГАСУ. – 2011. – 118 с.
6. Васильев, А. Л. Теоретические основы процесса очистки воды поверхностных источников с использованием аккумулирующей способности гидробионтов / А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, Г. М. Казаков, И. В. Бокова // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2010. – № 4. – С. 98–105.

**А. Л. Крошилов**

(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### О ПРОБЛЕМАХ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

От качества питьевой воды во многом зависит здоровье людей. Некачественная питьевая вода является причиной инфекционных заболеваний, болезней органов пищеварения и многих других. В последнее время участились случаи природных и техногенных катастроф, в результате которых выходят из строя системы централизованного водоснабжения, а также наблюдается ухудшение качества воды в источниках водоснабжения. Отравления людей некачественной питьевой водой происходили в России, а именно: в Дагестане, Хабаровском крае, Ростовской и Нижегородской областях, Подмосковье, Томске, Рыбинске, Волгограде, Владивостоке, а также в зарубежных государствах: Китай, Египет, Украина, Венгрия, Болгария, Швеция.

В связи с природными и техногенными чрезвычайными ситуациями создаются непредвиденные условия с обеспечением населения питьевой водой. Поэтому и были разработаны малогабаритные водоочистные установки [1], которые постоянно совершенствуются.

Установки по очистки воды различают двух видов: мобильные и переносные. К малогабаритным водоочистным установкам предъявляются следующие требования [1, 2]:

- компактность и невысокая стоимость;
- простота в обслуживании и эксплуатации;
- минимальное время развертывания;
- минимальное энергопотребление или минимальный расход топлива;
- мобильность: возможность транспортировки или переноски [2].

Мобильные установки можно условно разделить на 3 основные группы:



- установки, работающие по традиционной технологии, сходной с технологией очистки воды на крупных станциях;
- установки, в которых используются новые высокоэффективные технологические решения;
- установки, рассчитанные на менее высокую степень очистки (для работы с водой достаточно хорошего качества).

Мобильные установки используются для обеспечения питьевой водой вахтовых поселков нефтяников, газовиков и небольших населенных пунктов, в зонах стихийных бедствий и местности с чрезвычайной экологической обстановкой.

Малогабаритным станциям, выпускаемым как в РФ, так и за рубежом присущи следующие недостатки:

- применение хлора и его производных в качестве обеззараживающего реагента приводит к образованию токсичных и канцерогенных продуктов;
- в большинстве своем, станции не являются барьером по задержанию целого ряда соединений: сложной органики, тяжелых металлов, гидробионтов.

Переносные установки применяются для получения качественной питьевой воды в чрезвычайных ситуациях в местах, удаленных от населенных пунктов.

Конструкции и технологии переносных и мобильных установок для очистки питьевой воды требуют постоянной модернизации и новых технологий.

#### Литература

1. Перлина, А. М. Установки малой производительности для очистки и обеззараживания питьевых и сточных вод / А.М. Перлина, А.С. Разумовский, Г.Л. Медриш, А.А. Терехов. – М : Стройиздат, 1974.– 159 с.

2. Мобильные станции водоподготовки. [Эл. ресурс] – Режим доступа: <http://www.kontur-aqua.ru/stat7.htm>.

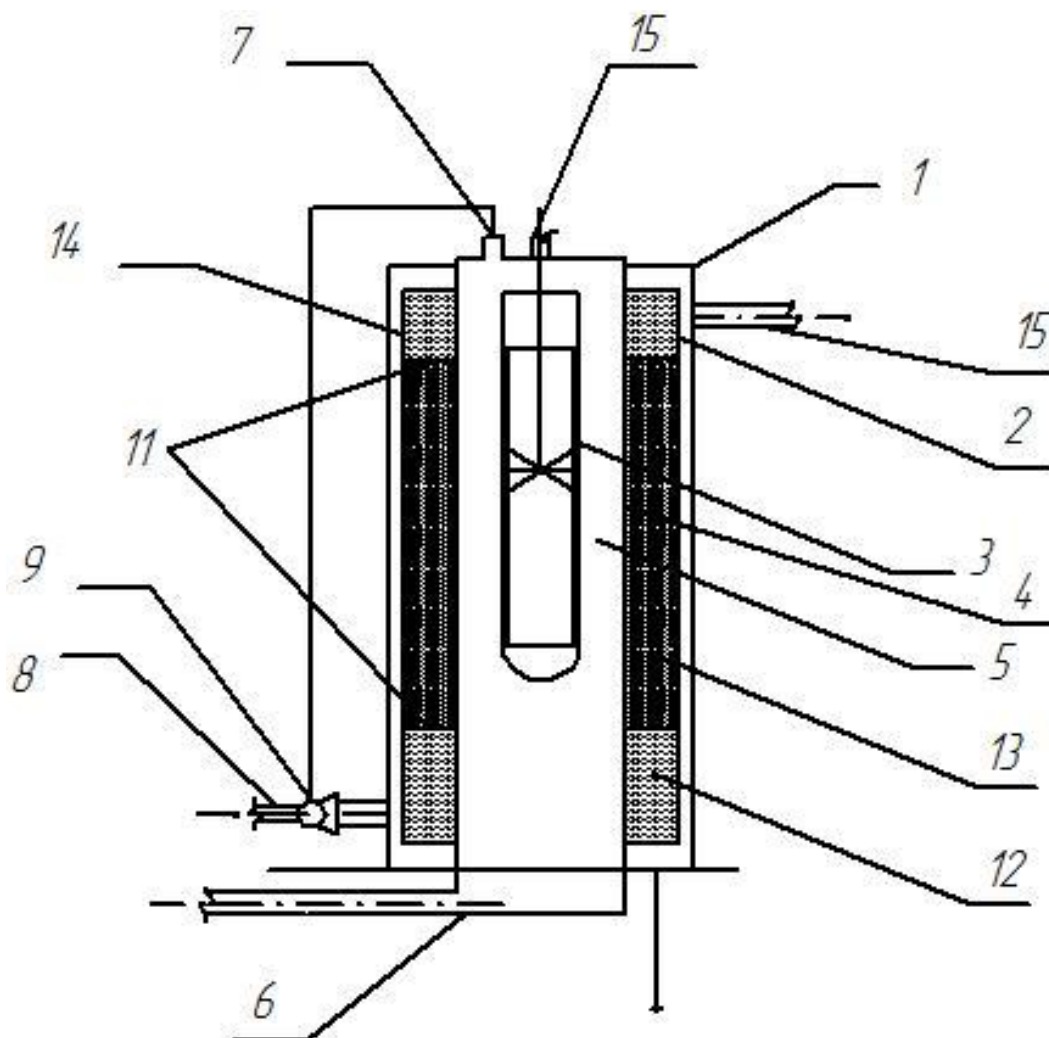
**А. Л. Крошилов**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕНОСНОГО УСТРОЙСТВА ВОДОПОДГОТОВКИ

Проблемам водоснабжения населения России, по оценке Роспотребнадзора, следует уделять особое внимание. Наибольшую опасность представляют вирусы, которые могут попасть в питьевую воду. Одним из главных признаков, указывающих на водный характер эпидемической вспышки, является почти одновременное появление большого количества заболеваний среди лиц, пользующихся одним и тем же источником водоснабжения. Вместе с тем этот процесс отличается сравнительно быстрым уменьшением числа пострадавших с момента закрытия этого источника, причем в течение определенного периода отмечаются отдельные случаи контактных заболеваний в виде так называемого эпидемического хвоста. Загрязнение воды в источниках водоснабжения происходит при авариях, попадании сточных вод. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Основой для гигиенического нормирования качество воды должно соответствовать требованиям ее безопасности в токсикологическом и эпидемиологическом отношении, а также эстетическим запросам населения. В последнее время участились случаи природных и техногенных катастроф, в результате которых выходят из строя системы централизованного водоснабжения. При этом наблюдается резкое ухудшение качества воды в источниках водоснабжения.

Установка для обработки воды была разработана на кафедре водоснабжение и водоотведения Нижегородского государственного архитектурно-строительного

университета. Она применяется как автономная система при чрезвычайных ситуациях [1]. На рисунке изображено предложенное устройство.



Установка по обработке воды:

1 – корпус; 2 – охлаждающая рубашка; 3 – низковольтный электрод; 4 – высоковольтный электрод; 5 – разрядная зона; 6 – патрубок подвода сжатого осушенного газа; 7 – патрубок озона; 8 – патрубок подвода обрабатываемой воды; 9 – эжектор; 10 – патрубок отвода озонированной воды; 11 – водопроницаемые сетки; 12 – нижняя приемная секция; 13 – средняя фильтровальная секция с фильтрующим материалом; 14 – верхняя секция обработанной воды; 15 – элемент подачи высокого напряжения.

Режим работы устройства для обработки воды следующий. По патрубку подается сжатый и осушенный газ и попадает в разрядную зону, образованную высоковольтным и низковольтным электродом, где синтезируется озон. Полученный озон по патрубку через эжектор вводится в обрабатываемую воду. Смешанная озонная смесь подается в нижнюю часть устройства, равномерно распределяется по площади фильтровальной секции и после фильтрации выводится через патрубок к потребителю. Особенностью устройства является то, что охлаждающая рубашка выполняет 3 функции: отводит тепло из разрядной зоны генератора озона, содержит секцию фильтрующих материалов и осуществляет контакт обрабатываемой воды с озоном.

Эффективность устройства проверялась на модельных растворах и в реальной воде нескольких источников.

Результаты исследований представлены в таблице.

Показатели качества воды	Исходная вода	Прототип					Новая конструкция				
		время проведения эксперимента, сут.					время проведения эксперимента, сут				
		1	3	5	7	10	1	3	5	7	10
Окисляемость, мг. O <sub>2</sub> /л	9,75	2,00	2,32	3,45	4,80	5,55	1,85	1,85	2,05	2,20	2,43
Общий органический углерод, мг/л	12,8	9,15	9,43	10,05	10,43	11,7	7,13	7,28	7,86	8,31	8,31
Общее микробное число, шт/мл	8400	0	0	15	38	85	0	0	0	0	0
Mn, мг/л	0,34	0	0	следы	0,02	0,07	0	0	0	0	0

### Литература

Пат. 2311348 RU C02 F1/78. Устройство для обработки воды / В. В. Найденко, А. Л. Васильев, Л. А. Васильев, И. В. Бокова, А. Л. Крошилов / Заявл. 03.08. 05; опубл. 27.11.07. Бюл. № 33.

**А. А. Гаврилова, А. А. Дубцова**

(ФГОУ ВПО Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Н. Новгород, Россия)

### **ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (*HIPPURAE RHAMNOIDES L.*) РАЗЛИЧНОЙ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ОЗОНИРОВАНИИ**

В практике сельского хозяйства часто требуется применение факторов, улучшающих качество посевного материала или урожая. Наиболее безопасным и эффективным фактором, на наш взгляд, является озон. Влияние озона на жизнедеятельность растений изучено недостаточно, однако, широкое применение озона в различных отраслях [3, 4] и исследования действия озона на различные биологические объекты [1, 5] дают основание предполагать, что воздействие озона может вызывать стимулирование или подавление важных процессов развития растений и их семян. Важным фактором прорастания семян является вода, которая запускает механизм процессов прорастания при достижении критической влажности (40–65 %) [7].

Облепиха может произрастать на слабо засоленных почвах, чему немало способствует наличие на корнях клубеньков с азотфиксирующими микроорганизмами (актиномицеты рода *Frankia*) [9]. Согласно имеющимся литературным данным о солеустойчивости облепихи [2], наблюдается варьирование этого свойства в зависимости от популяционной и сортовой принадлежности. Все проростки положительно реагировали на воздействие различных концентраций NaCl: рост первичных корешков у сорта «Новость Алтая» в сравнении с контролем, увеличился на 26–37,7 %, у проростков зервшанской популяции – на 14–61,6 %. Это связано, по мнению авторов, с тем, что облепиха длительное время произрастала на субстратах с повышенной концентрацией почвенного раствора, способствующего формированию свойства солеустойчивости, обусловленного генотипом.

Целью данной работы являлось изучение влияния озонированной воды и растворов NaCl на энергию прорастания разных сортов облепихи в связи с их солеустойчивостью.

Для получения ОВС применялся оригинальный малогабаритный генератор озона [8] с производительностью по озону до 10 г/ч. Озонированную дистиллированную воду (ОДВ) получали в барботере путем пропускания озон-воздушной смеси (ОВС) с концентрацией озона 150 мг/м<sup>3</sup> через дистиллированную воду в течение 40 минут. Контрольные семена воздействию ОДВ не подвергались.

Для экспериментов были выбраны семена облепихи двух сортов: «Щербинка-1» и «Катунская-24». Концентрации раствора NaCl – 0,01 и 0,15 %. Опытные семена облепихи замачивали в озонированных и неозонированных растворах NaCl. Контрольные семена замачивали в озонированной и неозонированной воде. В качестве изучаемого показателя выбрана энергия прорастания семян. Для определения энергии прорастания проращивание семян облепихи проводили в термостате в течение 10 дней [6]. Всего в опытах было использовано 3600 скарифицированных семян облепихи.

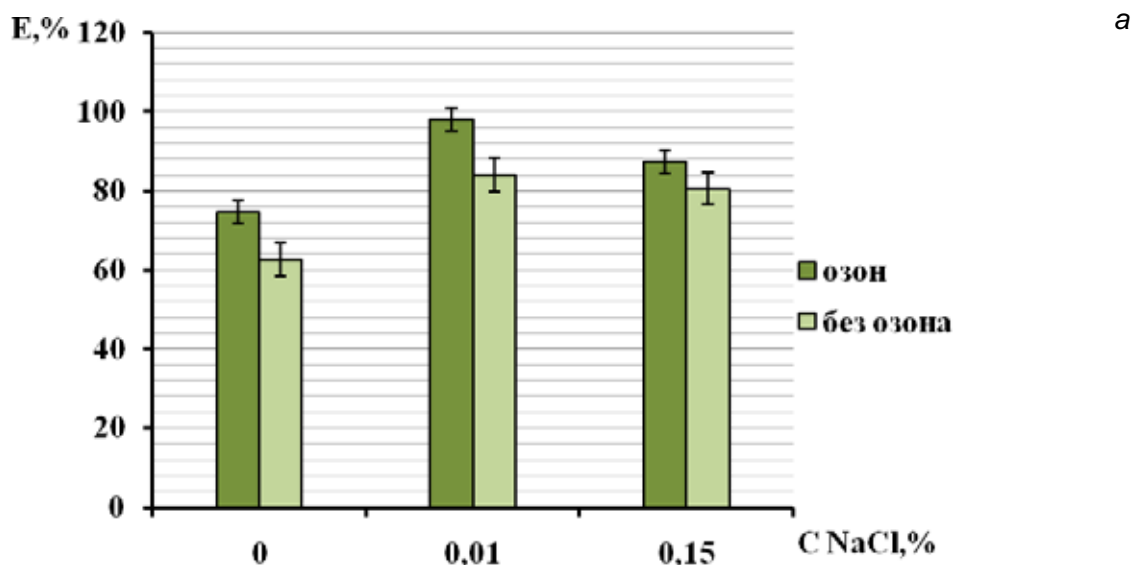


Рис. 1. Зависимость энергии прорастания семян облепихи сорта «Щербинка-1» от концентрации NaCl ( $P > 0,95$ )

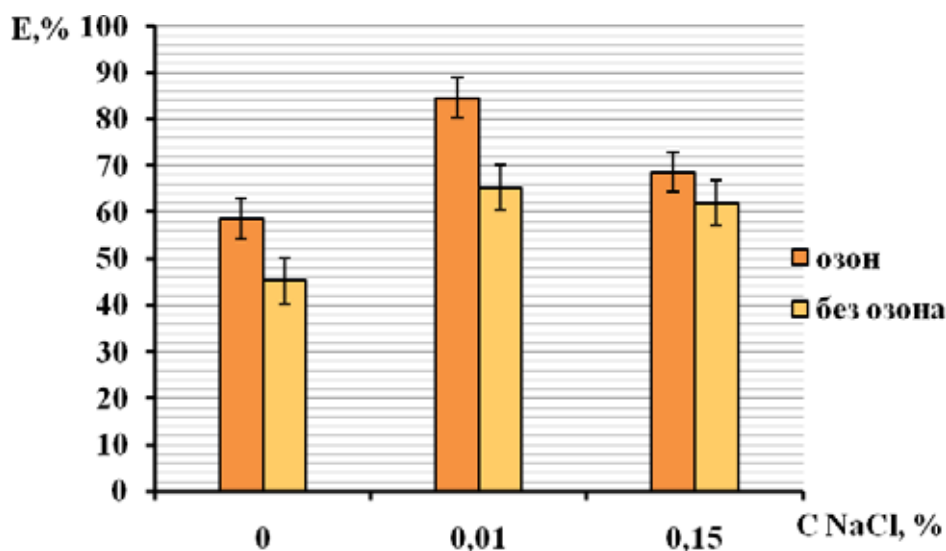


Рис. 2. Зависимость энергии прорастания семян облепихи сорта «Катунская-24» от концентрации NaCl ( $P > 0,95$ )

Как следует из полученных данных (рис. 1,2), озонирование растворов и воды в отношении энергии прорастания в целом носило стимулирующий характер. Наибольший процент к контролю по озону был получен для малых концентраций NaCl: 29,6 % для сорта «Катунская-24» и 16,7 % – для «Щербинка-1». Наибольший положительный эффект по NaCl был отмечен также для малых доз и по отношению к дистиллированной воде: у сорта «Щербинка-1» составлял 56,5 %, у сорта «Катунская-24» – 44,4 %. Стимулирующий эффект по NaCl был заметнее выражен у проростков сорта «Щербинка-1», по озону – у сорта «Катунская-24». Таким образом, семена облепихи сорта «Катунская-24» оказались чувствительнее к воздействию озона, а семена сорта «Щербинка-1» – к NaCl.

#### Литература

1. Бобков, Ю. И. Гомеостаз лабораторных животных при введении озонированного физраствора. / Ю. И. Бобков [и др.]. // Озон в биологии и медицине. 1-я Всероссийская науч.-практич. конференция. Тез. Докладов. Н. Новгород, 25–26 июня 1992. – Н. Новгород. – 1992. – с. 17–18.
2. Букштынов, А. Д. Облепиха. / А. Д. Букштынов [и др.]. – М.: Лесная промышленность. – 1985. –183 с.
3. Кавалерский, Г. М. Экспериментально-клиническое подтверждение эффективности лимфатической и озонотерапии в комплексном лечении гонартроза. / Г. М. Кавалерский, А. Г. Нецасный, О. Л. Зорохович // Вестн. лимфол. – 2006, № 2. – С. 5–9.
4. Колодезникова, Е. Н. Применение озона на мясоперерабатывающих предприятиях: автореф. дис. канд. вет. наук. / Колодезникова Е. Н. – ВНИИ вет. сан. гигиены и экол. – М., 2001. – 27 с.
5. Конев, С. В. Действие озона на мембранозависимые функции дрожжевых клеток *Candida utilis*. / С. В. Конев [и др.]. // Микробиология. – Т. 51, вып. 2. – 1982. – 220 с.
6. Масловский, В. В. Практикум по семеноведению полевых культур. / В. В. Масловский, Н. В. Утин, М. Б. Терехов. // Учебно-методическое пособие. – Н. Новгород, 1997. – 40 с.
7. Обручева, Н. В. Физиология инициации прорастания семян / Н. В. Обручева, О. В. Антипова // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 2. – С. 287 – 302.
8. Резчиков, В. Г. Генератор озона и его применение в растениеводстве / А. В. Чурмасов, А. А. Гаврилова // Сб. докл. междунар. науч.-методич. конфер. «Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве», г. Мичуринск, 25–26 марта 1998 г. – Мичуринск, МГСХА, 1998. – С. 115–116.
9. Фефелов В. А. Биология прорастания и всхожесть семян облепихи крушиновидной различного эколого-географического происхождения. / В. А. Фефелов, И. П. Елисеев // Сб. науч. тр.: Биология, химия, интродукция и селекция облепихи. / ГСХИ, Горький. – 1986. – С. 110–115.

**А. А. Гаверилова, А. В. Чурмасов**  
(ФГОУ ВПО Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Н. Новгород, Россия)

### **ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЙ СВЕРХМАЛОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЧ- И КВЧ- ДИАПАЗОНА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НЕКОТОРЫХ ГИДРОБИОНТОВ**

В биотестировании качества водной среды при оценке степени загрязнения природных вод, токсичности сточных вод, при оценке санитарного состояния питьевых водоисточников и т. д. часто используют мелких беспозвоночных: инфузорий, гидр, ракообразных, личинок насекомых, моллюсков и других гидробионтов [2, 4, 8, 9]. Большой интерес к водным животным обусловлен тем, что они могут быть использованы для биотестирования прежде всего той среды, обитателями которой они являются. В ответ на изменение состояния водной среды в организме гидробионтов также происходят те или иные биохимические и физиологические процессы, служащие индикатором их жизненных функций. В процессе эволюции происходила адаптация живых организмов к малейшим изменениям естественных электромагнитных полей Земли, поэтому флуктуации внешних ЭМП влияют на физиологическое состояние организма, его гомеостаза и могут также служить показателем состояния окружающей среды и ее безопасности [1, 5, 7]. Формы реагирования зависят от видовых особенностей организмов и их физиологического состояния и сопряженности с другими факторами воздействия. СВЧ-излучение природной нетепловой интенсивности оказывает естественное регулирующее влияние на биоритмы животных [3].

В данной работе изучалось влияние низкоинтенсивного КВЧ- и СВЧ-излучения на модельные объекты, в качестве которых использовались личинки комаров-звонцов (*Chironomus plumosus*), дафнии (*Daphnia*) и аквариумные рыбки (*Poecilia reticulata*). В качестве источника КВЧ-излучения была использована модификация генератора КВЧ-излучения типа «ПОРТ-56/76-ЭЛМ» с рабочим диапазоном частот 61,20–65,00 ГГц (длина волны: 4,6–4,9 мм). В качестве источника ЭМИ излучения был использован СВЧ генератор марки ГЧ-80 с интервалом частот электромагнитных колебаний 2,56–4 ГГц и мощностью излучения  $10^{-4}$ – $10^{-15}$  Вт, адаптированный к облучению живых биосистем [6].

У личинок хирономид различали два вида движения – «змееобразное» (спокойное движение) и «восьмеркообразное» (возбужденное движение).

Для облучения КВЧ-излучением было взято 200 личинок хирономид, в опытах с СВЧ-излучением – 360 личинок 3 поколений: с интервалом 24, 48 и 72 ч (время с начала наблюдения за двигательной активностью личинок) по 120 особей в каждой. В опытах с другими гидробионтами было использовано 27 рыбок и 54 дафнии. Эксперименты проводились в чашках Петри, наполненных дистиллированной водой (25 мл,  $t=24$  °С) в экранированной от внешних электромагнитных полей камере. Время облучения гидробионтов составляло 60 минут, регистрацию двигательной активности тест-объектов под воздействием ЭМИ проводили через каждые 10 минут.

Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют о том, что при облучении личинок хирономид КВЧ-излучением возбуждение было выше, чем в контроле, даже независимо от вида их движения, хотя 8-кообразно двигающихся личинок в опыте было значительно больше и другие показатели (амплитуда, частота движений) этих личинок также выше по сравнению со спокойно (S-образно) двигающимися личинками.

Таблица 1

**Двигательная активность личинок хирономид при СВЧ-воздействии**

Средние показатели двигательной активности											
Вид движения личинок											
8						S					
Контроль			Опыт			Контроль			Опыт		
Количество личинок К, %	Частота колеб. движений $\nu$ , мин <sup>-1</sup>	Амплитуда кол. А, мм	Количество личинок К, %	Частота колеб. движений $\nu$ , мин <sup>-1</sup>	Амплитуда кол. А, мм	Количество личинок К, %	Частота колеб. движений $\nu$ , мин <sup>-1</sup>	Амплитуда кол. А, мм	Количество личинок К, %	Частота колеб. движений $\nu$ (мин <sup>-1</sup> )	Амплитуда кол. А (мм)
2,5 ± 0,6	38,0 ± 0,6	6,0 ± 0,1	37,5 ± 8,0*	56,5 ± 2,6*	7,2 ± 0,3*	97,5 ± 2,6	23,8 ± 0,6	4,1 ± 0,1	62,5 ± 8,0*	32,4 ± 0,8*	4,2 ± 0,2

\* результаты достоверны с  $P > 0,95$ , если значения доверительных интервалов превышают их абсолютные значения

Результаты измерений двигательной активности хирономид после СВЧ-воздействия приведены в табл. 2. Количество личинок, совершающих «восьмеркообразные» движения в целом в опыте больше, чем в контроле. Важным фактором при отклике на СВЧ-воздействие является возраст изучаемого объекта: наиболее чувствительными к СВЧ воздействию оказались относительно молодые гидробионты (не более 24 часов зрелости).

Таблица 2

**Средние показатели двигательной активности личинок хирономид при СВЧ- воздействии**

Количество личинок К, %				Частота колеб. движений $\nu$ , мин <sup>-1</sup>		Амплитуда кол. А, мм	
Вид движения личинок							
8		S					
Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Интервал 24 ч							
39,4 ± 9,3	64,5 ± 8,6*	59,5 ± 10,7	36,7 ± 7,2*	26,2 ± 0,7	44,5 ± 1,5*	4,2 ± 0,1	5,5 ± 0,3*
Интервал 48 ч							
33,3 ± 9,9	63,4 ± 8,0*	66,7 ± 8,2	36,7 ± 8,0*	25,0 ± 0,7	30,5 ± 0,9*	3,8 ± 0,1	4,0 ± 0,1*
Интервал 72 ч							
26,7 ± 7,0	52,0 ± 11,8*	73,1 ± 7,0	48,1 ± 11,8*	23,0 ± 0,6	34,2 ± 1,2*	4,5 ± 0,2	4,7 ± 0,2

\* данные достоверны с  $P > 0,95$ , если значения доверительных интервалов превышают их абсолютные значения

В контроле рыбки и дафнии совершали равномерные, спокойные движения и не реагировали на внешние раздражения (щелчки и стук по чашке Петри, включение и выключение света и др.). В ответ на сверхслабые СВЧ-воздействия изучаемые модельные объекты четко реагировали: их поведенческие реакции и активность перемещений в чашке Петри изменялись (табл. 3).

## Изменение поведенческих реакций под воздействием СВЧ-излучения

Объекты наблюдения	Поведенческие реакции			
	Контроль	Опыт		
		частота СВЧ-излучения, МГц		
		2 600	3 000	3 500
Дафнии	++ ↔	0 ↔	+ O ↓	+++ ↔
Рыбки	++ ↑ ↔	+ ↓	+ ↓ ↔	++ ↑

+ – слабая активность;

++ – средняя активность;

+++ – высокая активность;

0 – отсутствие активности;

↑ – повышение активности;

↓ – снижение активности;

↔ – хаотичное движение;

O – круговые движения;

↔ – групповое движение;

↔ – движение при испуге

Следует отметить, что у обоих биообъектов обнаружилась также склонность к групповому движению, что не имело место в контрольных экспериментах. При частоте 3 000 МГц у дафний наблюдались характерные круговые движения, с повышением частоты их активность возрастала, но характер движения становился хаотичным. При облучении рыбок в первые 10 мин посторонние раздражения (щелчки) вызывали кратковременную «реакцию испуга» – резкое перемещение по чашке Петри. Практически при всех частотах отмечается групповой характер движения рыбок.

## Литература

- Исмаилов, Э. Ш. Физико-химические механизмы действия микроволн / Э. Ш. Исмаилов // Электромагнитные поля в биосфере. т. II. Биологическое действие электромагнитных полей. – М.: Наука, 1984. – 201 с.
- Моисеева, В. П. Экологическая оценка опасности сточных вод целлюлозно-бумажного производства для гидробионтов В. П. Моисеева, Е. А. Моисеева / Организмы, популяции, экосистемы: проблемы и пути сохранения биоразнообразия // Материалы Всерос. конф. с междунар. уч. «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» Вологда, Россия, 24–28 ноября 2008 г. – Вологда, 2008. – 367 с.
- Орлов, Б. Н., Борисов Д. С., Диплом на открытие № 230, рег. № 273, 07. 10. 2003.
- Орлов, Б. Н. Современные эколого-биологические методы анализа внутренней и внешней среды организма / Б. Н. Орлов, И. Е. Постнов. – Нижний Новгород, ДЕКОМ, 2010. – С. 156–188.
- Орлов, Б. Н. Биоритмы и электромагнитные колебания / Б. Н. Орлов [и др.]. – М.: Капитал Принт, 2011. – С. 66–98.
- Патент РФ № 66883, А01С 1/00. Устройство для обработки биообъектов низкоинтенсивным СВЧ-излучением / Б. Н. Орлов, А. А. Гаврилова, А. В. Чурмасов, М. А. Кревский. – № 2007111431; опубл. 10.10.2007, Бюл. № 28. – 1 с.
- Тамбиев, А. Х. Стимулирующее действие электромагнитного излучения миллиметрового диапазона низкой интенсивности на рост микроводорослей / А. Х. Тамбиев [и др.]. // Вестник Московского университета, серия 16, Биология, № 1, январь – март. – 1990.
- Hirabayashi K. Population dynamics of *Propiloscerus akamusi* and *Chironomus plumosus* (Diptera: Chironomidae) in Lake Suwa in relation to changes in the lake's environment / K. Hirabayashi, T. Hanazato, N. Nakamoto // *Hydrobiologia*, Volume 506, Number 1, November, 2003, pp. 381 – 388.



9. Kajak Z. Influence of the population density and the amount of food on *Chironomus plumosus* (L.) and Tubificidae. Laboratory experiments. / Z. Kajak, P. Prus // Polish journal of Ecology. – № 52, v. 1. – 2004. – p. 47 – 53.

**Ю. С. Крайнова, А. С. Жутков, С. М. Рогачева**  
(Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю. А., г. Саратов, Россия)

### **ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ВОДОЕМОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

В последнее время растущее поступление сточных вод в природные водоемы приобретает все более глобальную экологическую угрозу. Стоки предприятий химической, металлургической и других отраслей содержат различные токсиканты, среди которых особую опасность представляют тяжелые металлы, наносящие серьезный экологический ущерб, приводя к отравлению и гибели организмов [1].

Тяжелые металлы относят к числу наиболее опасных для природной среды химических загрязняющих веществ. Они могут длительное время находиться в объектах окружающей среды, мигрировать, накапливаться в организме человека и животных, тем самым вызывая изменения в органах и тканях.

Известно, что медь, свинец и кадмий являются опасными токсичными металлами. Избыток меди в организме человека приводит к изменениям в тканях печени, почек и мозга. Ионы свинца и его соединения тормозят синтез порфирина, вызывая нарушение функций центральной и периферической нервной системы. Растворимые соединения кадмия денатурируют белки, содержащиеся в стенках пищевого канала. Поступившие в кровь ионы кадмия соединяются с сульфгидрильными группами ферментов, нарушая их функции. Основным источником поступающих в организм ионов меди, свинца и кадмия является вода, при этом в последние годы возрастает их содержание в сточных водах [2].

Способность высших водных растений оказывать влияние на гидрохимические и гидробиологические показатели вод может быть использовано в процессах биологической очистки водоемов [3]. Макрофиты потребляют из воды и грунта различные вещества, работая как естественный биофильтр, тем самым поддерживая водную среду в нормальном состоянии. В процессе фиторемедиации токсичные вещества поглощаются растениями, инактивируются, после чего вместе с биомассой удаляются из водоемов [4].

Целью данной работы являлось изучение возможности фиторемедиации водоемов загрязненных тяжелыми металлами с помощью макрофита *Elodea canadensis*.

В ходе эксперимента растения инкубировались в модельных растворах солей свинца, меди и кадмия с исходными концентрациями 1,0; 2,5; 5,0; и 10,0 ПДК в течение 7 суток. Ежедневно фиксировалось изменение концентрации исследуемых металлов ионометрическим методом и визуально оценивалось состояние растений.

В результате исследований было отмечено, что культивирование элодеи привело к постепенному уменьшению содержания исследуемых ионов во всех модельных растворах. Например, инкубирование *E. Canadensis* в пробах с концентрацией ионов свинца – 1 ПДК (0,03 мг/л) и 2,5 ПДК (0,075 мг/л) снизило содержание  $Pb^{2+}$  на 43 и 61 % соответственно. Максимальный процент поглощения данных ионов наблюдался при начальной концентрации 10 ПДК и составил 75 %.

Культивирование макрофита в растворах, содержащих ионы меди и кадмия с начальными концентрациями 1,0 и 2,5 ПДК, привело к снижению содержания токсикантов на 33 и 49 % соответственно, для  $Cu^{2+}$  – на 35 и для  $Cd^{2+}$  – на 55 %.

Также отмечено, что наиболее интенсивно поглощение ионов металлов во всех растворах протекало в течение первых 3 суток. При визуальном наблюдении каких-либо морфологических и функциональных изменений в состоянии растений обнаружено не было.

Таким образом, проведенные исследования позволили определить, что наибольшую фитозэкстракционную активность *Elodea canadensis* проявляет по отношению к ионам свинца.

#### Литература

1. Малева, М. Г. Реакция гидрофитов на загрязнение среды тяжелыми металлами / М. Г. Малеева, Г. Ф. Некрасова, В. С. Безель // Экология. – 2004. – №4. – С. 266–271.

2. Минаева, О. М. Поглощение ряда тяжелых металлов из водных растворов растениями водного гиацинта / О. М. Минаева, Е. Е. Акимова, К. М. Минаев, С. Ю. Семенов, А. Д. Писарчук // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2009. – №4(8). – С. 106–110.

3. Грибулин, Р.В Фиторемедиация почв и сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами / Р. В. Грибулин, Р. А. Грибулина, Б. И. Кочуров // Экологические системы и приборы. – 2004. – № 2. – С. 24–33.

4. Тарушкина, Ю. А. Высшие водные растения для очищения сточных вод / Ю. А. Тарушкина, Л. Н. Ольшанская, О. Е. Мечева., А. С. Лазуткина // Экология и промышленность России. – 2006, – № 5. – С. 36 – 39.

**Н. А. Шилова, С. М. Розачева, М. В. Линник**  
(Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю. А., г. Саратов, Россия)

### **ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ГИДРОБИОНТЫ**

Большую роль в деградации водной среды играет засоление пресных водоемов [1]. Засоление обусловлено попаданием солей щелочных и щелочноземельных металлов в природные воды из различных источников: в результате вымывания минералов из горных пород и почв, с атмосферными осадками, вследствие вулканической деятельности, прямого сброса промышленных и хозяйственно-бытовых стоков [2].

Солевое загрязнение вызывает значительное ухудшение качества пресной воды [1], что может отражаться на общем функциональном состоянии гидробионтов [3]. Например, изменение концентрации соли в воде на 0,3 % приводит к нарушению экскреции воды простейшими, что свидетельствует о нарушении осмотического равновесия в клетках [4].

Одним из основных компонентов солевого загрязнения является хлорид натрия. Хлоридные ионы обладают высокой миграционной способностью. Они присутствуют во всех природных водах в количестве от «следов» до нескольких сотен граммов на 1 литр воды.

Целью данной работы было исследовать влияние водных растворов хлорида натрия на численность микроводорослей *Scenedesmus quadricauda* и фильтрационную активность ветвистоусых рачков *Daphnia magna*.

Мы использовали альгологически чистую культуру *S. quadricauda*, находящуюся в экспоненциальной стадии роста. Для поддержания этой стадии роста пересев культуры осуществляли ежедневно. Культуру водорослей выращивали на среде Прата в конических плоскодонных колбах объемов 250–300 см<sup>3</sup> в люминостате с интенсивностью освещения не менее 2 000–3 000 лк при температуре (20±2) °С.

Культуру *D. magna* выращивали в помещении, не содержащем токсических паров или газов, при температуре  $20 \pm 2$  °С, освещенности 400–600 лк при продолжительности светового дня 12–14 ч. Дафний кормили одноклеточной зеленой водорослью *S. quadricauda*.

Эксперименты проводили в водных растворах хлорида натрия с концентрацией 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 г/л. Для *D. magna* растворы готовили на отстоянной водопроводной воде, для *S. quadricauda* – на дистиллированной воде.

Оценку воздействия растворов хлорида натрия на *S. quadricauda* проводили по стандартной методике биотестирования водной среды по изменению уровня флуоресценции хлорофилла водорослей [5]. Критерием токсичности среды являлось подавление интенсивности флуоресценции ( $I_f$ ) хлорофилла водорослей по сравнению с контролем. Измерения проводили на спектрофлуориметре «Флюорат-02-Панорама». В контрольных колбах  $I_f$  замеряли через 30 минут и 72 часа от начала биотестирования. Замеры  $I_f$  в исследуемых растворах проводили в конце эксперимента (72 часа), рассчитывали относительное изменение параметра, в %.

Определение уровня воздействия хлорида натрия на *D. magna* проводили по изменению фильтрационной активности рачков [6]. Для этого в пробирки объемом 100 мл с исследуемыми растворами (50 мл) помещали 10 дафний в возрасте 6–24 ч, инкубировали их при температуре 20 °С и 12-часовом световом дне в течение суток, затем добавляли микроводоросли *S. quadricauda*. На спектрофлуориметре «Флюорат-02-Панорама» измеряли интенсивность флуоресценции сред сразу после добавления водорослей и по прошествии 1 часа. Фильтрационную активность *D. magna* ( $F$ ) рассчитывали по формуле:

$$F = \frac{(I_t / I_o - I_\phi)V}{nt}$$

где  $V$  – общий объем пробы, мл;  $n$  – количество дафний в пробе, шт.;  $t$  – время опыта, ч;  $I_t / I_o$  – коэффициент, соответствующий интенсивности флуоресценции в конечный ( $I_t$ ) и начальный ( $I_o$ ) момент опыта;  $I_\phi$  – коэффициент, соответствующий фоновой интенсивности флуоресценции;  $F$  – объем воды, профильтрованный дафнией в единицу времени, мл/даф.час.

Эксперименты проводили трижды, для математической обработки результатов использовали компьютерную программу Microsoft Excel, рассчитывали среднее значение, стандартное отклонение и показатель достоверности.

На рис. 1 представлены относительные значения интенсивности флуоресценции хлорофилла водорослей *S. quadricauda*, которые являются показателями численности клеток в зависимости от концентрации хлорида натрия в воде. Отмечено, что в растворах с содержанием хлорида натрия 0,5–1 г/л численность микроводорослей достоверно не изменялась по сравнению с контролем. При увеличении концентрации NaCl до 1,5–2,5 г/л, что соответствует солонатовому типу вод, численность клеток по сравнению с контролем понизилась на 18–19 %. Это свидетельствует о негативном влиянии хлорида натрия в концентрации 1,5–2,5 г/л на размножение микроводорослей *S. quadricauda*.

На рис. 2 представлены относительные значения фильтрационной активности *D. magna* в зависимости от концентрации хлорида натрия. Установлено достоверное увеличение фильтрационной активности рачков при увеличении концентрации NaCl. В диапазоне концентраций NaCl 0,5–1,5 г/л она увеличивается приблизительно на 20 %, в интервале 2,0–2,5 г/л – на 30–37 % по сравнению с контролем. Следовательно, с ростом содержания хлорида натрия (до 2,5 г/л) в воде растет пищевая активность дафний, которые являются основными потребителями одноклеточных гидробионтов.

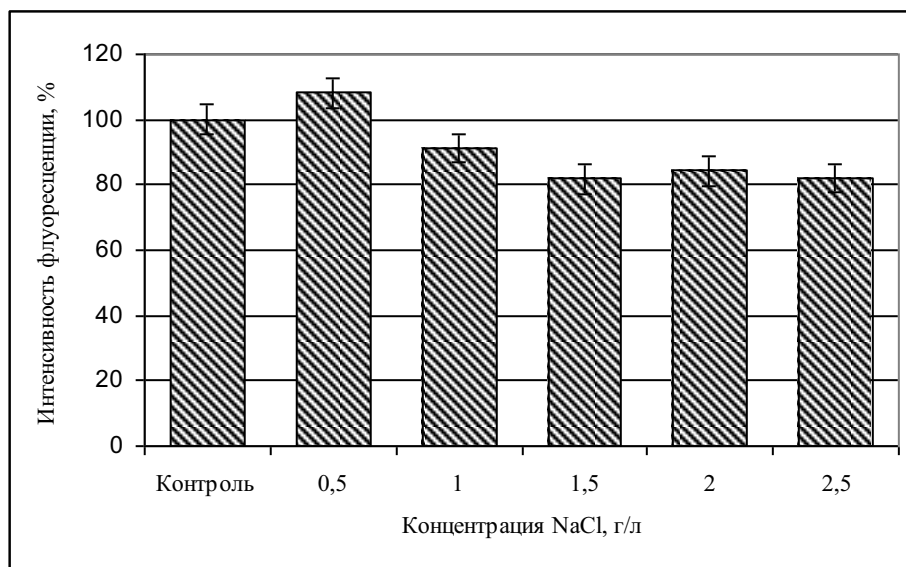


Рис. 1. Относительные значения интенсивности флуоресценции хлорофилла водорослей, подвергнутых воздействию NaCl

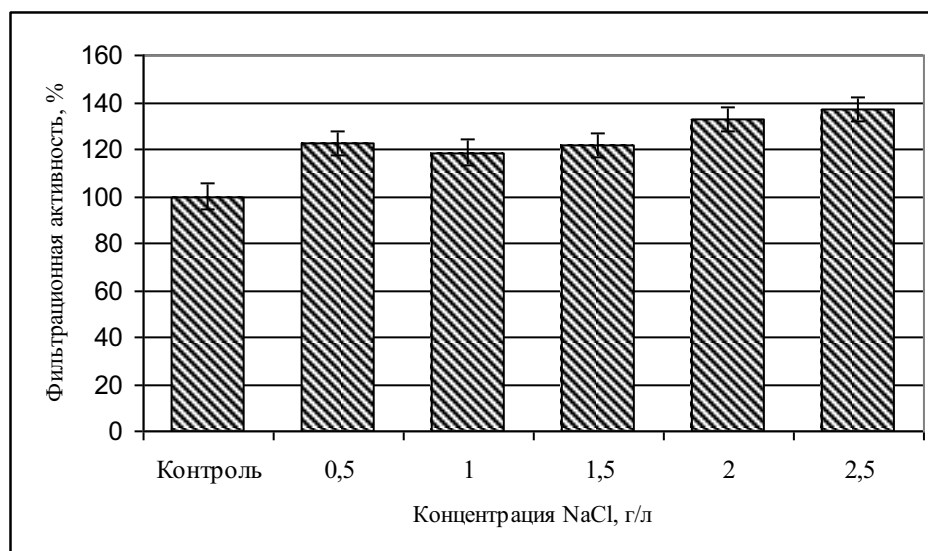


Рис. 2. Относительные значения фильтрационной активности дафний, подвергнутых воздействию NaCl

Таким образом, нами установлено, что хлорид натрия в концентрациях 1,5–2,5 г/л угнетает размножение одноклеточных водорослей (на 18–19 %) и стимулирует пищевую активность дафний (на 30–37 %). В естественных условиях такое солевое загрязнение водоемов может вызвать нарушения в начальных звеньях трофических цепей из-за значительного снижения численности одноклеточных водорослей.

#### Литература

1. Фелленберг, Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фелленберг; пер. с нем. – М. : Мир, 1997. – 232 с.
2. Никаноров, А. М. Гидрохимия: Учебник. – СПб: Гидрометеоиздат, 2001. – 444 с.
3. Аладдин, Н. В. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных // Зоол. Журнал. – 1982. – Т. LXI – вып. 3. – С. 341–351.

4. Романенко, В. Д. Основы гидроэкологии: Учебн. для студентов высших учебных заведений. – К.: Генеза, 2004. – 664 с.

5. ФР 1.39.2007.03223 Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей.

6. Маторин, Д. Н. Биотестирование токсичности вод по скорости поглощения дафниями микроводорослей, регистрируемых с помощью флуоресценции хлорофилла / Д. Н. Маторин, П. С. Венедиктов // Вестник Московского университета. Сер.16, Биология. – 2009. – №3. – С. 28–33.

**О. С. Решетняк**

*(ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета, г. Ростов-на-Дону, Россия)*

### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УСТЬЕВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КРУПНЫХ РЕК**

Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» экологический риск – это вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Преобразование окружающей среды в условиях внешнего воздействия формирует экологический риск, который является детерминированным производным от характера природных процессов и явлений [1]. При этом первоочередной задачей остается оценка экологического риска, которая представляет собой процедуру выявления одного или нескольких стрессовых для экосистемы факторов и определения вероятности их опасного воздействия на совокупность живых организмов, включая и человека [1, 2].

В общем смысле под оценкой риска антропогенного воздействия на водные экосистемы подразумевается процесс выявления возможных негативных последствий в результате возникновения нарушений структурной организации экосистемы и представление этих нарушений в количественных показателях [3].

Оценку экологического риска воздействия химического загрязнения на водные объекты будем рассматривать как возможность определения вероятных изменений экосистемы под антропогенным воздействием. Необходимо определить достаточно надежные признаки, характеризующие возможную изменчивость в развитии сообществ водных организмов при ухудшении качества воды, за пределами которой система утрачивает свою устойчивость к внешнему воздействию. Изменения структурной организации сообществ водных организмов позволяют рассматривать их как отклик экосистемы и проявление риска антропогенного воздействия за счет усиления таких внутрисистемных процессов как антропогенное эвтрофирование или экологический регресс [4, 6].

Понимание этой стороны проблемы делает очевидным учет совокупности абиотических и биотических показателей и критериев их изменчивости, характеризующих степень загрязненности водной среды и нарушенность структурной организации планктонных и бентосных сообществ водных организмов.

Среди всех водных объектов экологически самыми уязвимыми экосистемами на планете считаются устьевые области рек. Многие крупные устьевые экосистемы обладают огромными природными ресурсами – земельными, водными, биологическими. Являясь одними из самых биопродуктивных объектов на земле, они также играют важную экологическую роль в качестве геохимических барьеров. Очень часто крупные водохозяйственные мероприятия на водосборах рек и в самих устьях осуществляются без учета особенностей происходящих в них внутриводных процессов и возможных гидролого-экологических последствий [5].

При этом возрастает риск, связанный с ухудшением экологического состояния устьевых экосистем. Это и обуславливает актуальность выбранной темы исследования.

Оценка возможной трансформации в уровне развития сообществ водных организмов и экологического риска воздействия на устьевые экосистемы отдельных крупных рек России в условиях современного антропогенного воздействия проведена на основе анализа многолетней (1980–2010 гг.) режимной гидрохимической и гидробиологической информации Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) [7, 8].

Антропогенное воздействие на водные экосистемы вызывает усиление процессов антропогенного эвтрофирования или экологического регресса, направленность и уровень этих процессов устанавливаются на основе статистической обработки гидробиологической информации с использованием систем оценок и классификаторов, приведенных РД 52.24.620 и РД 52.24.633.

После того как установлен эффект антропогенного воздействия на экосистему (усиливается антропогенное эвтрофирование или экологический регресс), оценку риска воздействия на устьевые экосистемы по уровню внутрисистемных процессов проводят по шкале, представленной в рекомендациях Росгидромета [3].

Результаты проведенной в такой последовательности оценки экологического риска воздействия на устьевые экосистемы крупных рек России по уровню экологического регресса представлены в таблице.

В качестве объектов исследования выбраны устьевые экосистемы крупных рек: Северная Двина, Ангара, Лена, Волга, Дон, Селенга и Амур. Согласно рекомендациям [3] по статистическим характеристикам вариационного ряда численности фитопланктона (плотности и моде вариационного ряда) определен эффект антропогенного воздействия на экосистемы, который проявляется в усилении процессов экологического регресса.

#### Оценка экологического риска воздействия на устьевые экосистемы крупных рек

Река – пункт наблюдений	Степень загрязненности воды (по [9] за многолетний период)	Модальный интервал вариационных рядов значений общей численности			Уровень экологического регресса	Риск воздействия
		бактериопланктона, млн. кл./см <sup>3</sup>	макрозообентоса, тыс. экз./м <sup>2</sup>	фитопланктона, тыс. кл./см <sup>3</sup>		
Лена – с. Кюсюр	«загрязненная»	0,50–2,74	н.о.* –0,28	0,11–1,8	Антропогенное напряжение с элементами экологического регресса	Низкий
Северная Двина – г. Архангельск	«очень загрязненная»	0,30–1,96	0,16–1,80	0,03–1,9		
Волга – с. Верхнее Лебяжье	«очень загрязненная»	нет данных	0,14–4,04	0,08–6,8		
Ангара – г. Иркутск	«загрязненная»	1,00–3,00	нет данных	0,04 – 0,99	Элементы экологического регресса	Средний
Селенга – с. Кабанск	«очень загрязненная»	нет данных	0,03 – 0,58	0,56 – 3,00		
Дон – х. Колузаево	«очень загрязненная»	нет данных	5,00 – 17,4	0,22 – 1,60		
Амур – г. Комсомольск-на-Амуре	«очень грязная»	нет данных	1,0 – 15,0	0,01 – 0,06		

\*н.о. – ниже предела обнаружения.

На основе статистических характеристик вариационных рядов общей численности планктонных и бентосных сообществ оценивается уровень экологического регресса и риска воздействия на устьевые экосистемы.

Как показали результаты исследования, сообщества водных организмов исследуемых устьевых экосистем функционируют в состоянии антропогенного напряжения с элементами экологического регресса (рр. Лена, Северная Двина и Волга) или в состоянии с элементами экологического регресса (рр. Дон, Ангара, Селенга и Амур) (см. таблицу). Прослеживается также взаимосвязь уровня экологического регресса и риска воздействия со степенью загрязненности водной среды устьевых экосистем как показателя уровня антропогенного воздействия на них.

Следует отметить, что риск воздействия тем выше, чем выше уровень антропогенного воздействия на речные экосистемы (чем выше степень загрязненности водной среды) и чем выше уровень антропогенного экологического регресса сообществ водных организмов. Для устьевых экосистем рр. Лена, Северная Двина и Волга формируется низкий уровень риска антропогенного воздействия, а для рр. Дон, Ангара, Селенга и Амур – средний (см. табл. 1). Можно предположить, что такие крупные речные экосистемы в силу высокой самоочищающей способности справляются с поступающими извне химическими веществами.

#### Литература

1. Степанова, Н. Ю. Факторы и критерии оценки экологического риска для устойчивого функционирования Куйбышевского водохранилища. Автореф. ...д-ра биол. наук, Ульяновск, 2008. – 46 с.
2. EPA/630/R-00/002. Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures / Risk Assessment Forum / U.S. Environmental Protection Agency. – Washington, DC, 20460, 2000. – 209 p.
3. Р 52.24.776-2012. Рекомендации. Оценка антропогенной нагрузки и риска воздействия на устьевые области рек с учетом их региональных особенностей. Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», г. Ростов-на-Дону, 2012. – 32 с.
4. Никаноров, А. М. Пресноводные экосистемы в импактных районах России / А. М. Никаноров, В. А. Брызгалов. – Ростов-на-Дону: НОК, 2006. – 275 с.
5. Никаноров, А. М. Реки России. Часть II. Реки Европейского Севера и Сибири (гидрохимия и гидроэкология) / А. М. Никаноров, В. А. Брызгалов. – Ростов-на-Дону: НОК, 2010. – 296 с.
6. Р 52.24.661-2004. Рекомендации. Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши. М.: Изд-во Метеоагентства Росгидромета, 2006. – 26 с.
7. Ежегодники: «Качество поверхностных вод Российской Федерации» за 2000–2010 гг., Ростов-на-Дону, ФГБУ «ГХИ», 2001–2011.
8. Ежегодники качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям на территории деятельности Иркутского, Северного, Забайкальского УГМС, Астраханского и Ростовского ЦГМС, Тиксинского филиала Якутского УГМС. Издательство УГМС или ЦГМС. 1980–2010 гг.
9. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. 49 с.

**Е. К. Никольский, М. С. Белякова**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## УГРОЗА И РИСКИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Лесные пожары являются угрозой как для природной среды, так и для территорий населенных пунктов. Нередко лесной огонь перекидывается на жилые дома в деревнях и сёлах. Лесные пожары наносят огромный материальный ущерб и в ряде случаев сопровождаются гибелью людей.

Риск – вероятная частота и вероятная величина будущих потерь. Вероятность возникновения возгорания зависит от множества факторов, условно их можно разделить на две группы: естественные и антропогенные. Влиянию антропогенных факторов наиболее подвержены места традиционного отдыха населения и окрестности поселков, обочины автомобильных и железнодорожных дорог, места лесозаготовок, включая лесовозные дороги, размещение свалок ТБО и др.

Природные условия неоднородны для различных территорий. К естественным факторам возникновения лесного пожара относятся погодные условия, развитость гидрографии, процент залесенности, породы и возраст древостоя, подстилающие почвы, рельеф, скорость и направление ветра, наличие объектов гидрографии.

Из-за влияния множества факторов, лесные массивы нуждаются в постоянном мониторинге. В результате периодических наблюдений возможно предотвратить значительное число возгораний.

Например, риск возникновения лесного пожара на территории района в определенный год рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{k}{K},$$

где  $k$  – количество событий в один год;  $K$  – количество событий по всем годам.

Исследование статистических данных ГУ МЧС России по Нижегородской области за период с 1981–2010 гг. показывает, что высокая вероятность возникновения пожара зависит не только от температуры воздуха и количества осадков, а также от других естественных и антропогенных факторов (рис. 1, 2).

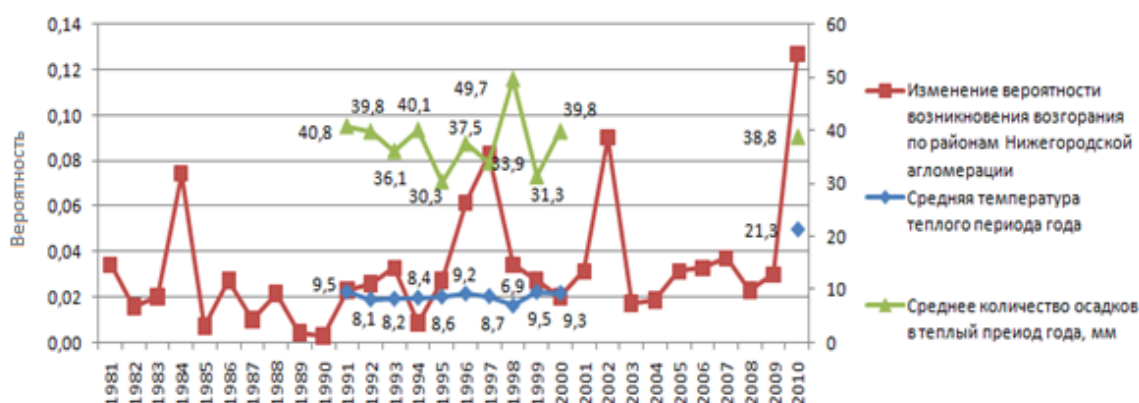


Рис. 1. Изменение вероятности возникновения пожара по количеству очагов возгораний в Нижегородской агломерации с 1981 по 2010 гг.



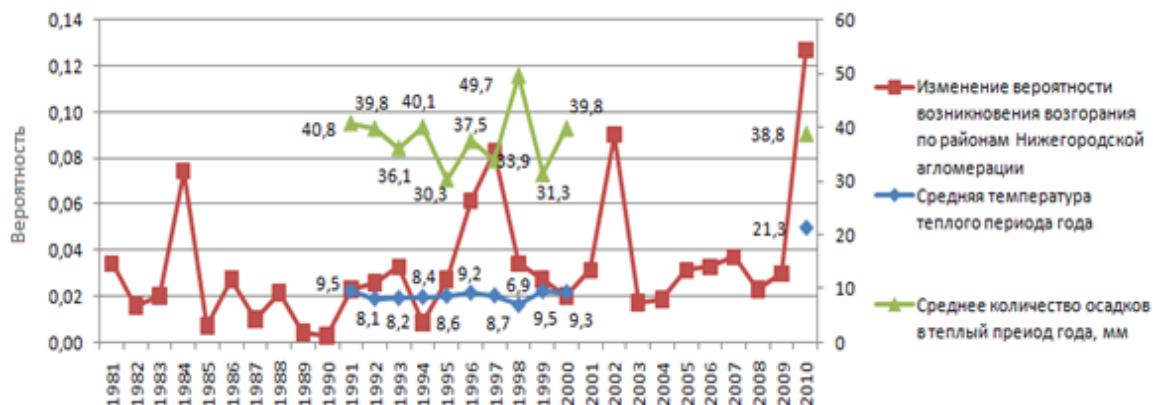


Рис. 2. Изменение вероятности возникновения пожара по площади пожаров в Нижегородской агломерации с 1981 по 2010 гг.

Проведенный анализ отображает следующую ситуацию: с увеличением плотности населения и концентрации дорожной сети число пожаров возрастает, а средняя площадь пожара уменьшается. Это говорит о непосредственном влиянии антропогенного фактора.

Материальный ущерб, а также серьезный вред, причиняемый здоровью населения от ежегодных природных пожаров, негативно сказывается на различных отраслях народного хозяйства. Проблеме природных пожаров необходимо уделять большое внимание общественности и на всех уровнях государственной власти.

#### Литература

1. Лесные пожары [Электронный ресурс] : статистика по мониторингу лесных пожаров. 1981–2010 / М-во чрезвычай. ситуаций Рос. Федерации по Нижегород. обл. – Н. Новгород, 1981–2010. – Табл. – Док. опубли. не были.
2. Расписание погоды [Электронный ресурс] // Архив погоды в Нижнем Новгороде. – Режим доступа: [http://rp5.ru/archive.php?wmo\\_id=27459&lang=ru](http://rp5.ru/archive.php?wmo_id=27459&lang=ru)

**Е. А. Забалуева, Е. К. Никольский**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИЙ ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ УГРОЗ И РИСКОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

В последнее время количество крупных техногенных катастроф на территории Российской Федерации неуклонно растет. Прежде всего, они несут значительную угрозу для населения, окружающей среде и объектам экономики страны. Более 3 тысяч производственных объектов на территории РФ являются потенциально опасными.

В зонах возможного воздействия поражающих факторов при авариях на потенциально опасных объектах проживает свыше 70 млн жителей, что составляет половину населения страны. В связи с этим распоряжением Правительства РФ от 29 марта 2011 г. № 534-р была утверждена Концепция федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 года». В соответствии с Концепцией основным направлением решения проблем, связанных с возникновением чрезвычайных ситуаций, должно стать не быстрое реагирование, а эффективные меры предупреждения ЧС и их последствий. Для этого необходимо осуществить комплекс мероприятий, важнейшими из которых являются совершенствование

системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций и создание системы независимой оценки рисков в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Оценка риска – процесс определения вероятности и степени тяжести последствий реализации опасности аварий для здоровья человека, имущества и окружающей среды.

Анализ риска заключается в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации опасности и оценки риска возможных нежелательных событий. Одним из наиболее информативных источников такой информации являются космические снимки. Они обладают рядом уникальных свойств, обеспечивающих проведение анализа потенциального территориального риска, коллективного риска, а также позволяют оценить ожидаемый ущерб от возможной аварии.

Космический мониторинг позволяет регулярно выполнять наблюдения, обеспечивая темп обновления информации, соответствующий прогнозируемой частоте появления ЧС и динамике их развития, что является основой определения эффективности системы мониторинга.

Кроме того, данные дистанционного зондирования обладают следующими важными свойствами, обеспечивающими высокое качество результатов мониторинга:

- доступность;
- оперативность;
- достоверность;
- актуальность;
- независимость;
- единообразие получаемой информации;
- высокая пространственная точность данных и результатов их обработки;
- широкий охват территории;
- возможность получения информации на удалённые и труднодоступные территории.

Методы космического мониторинга позволяют:

- выявить источники техногенной опасности, которыми являются в числе прочих опасные производственные объекты;
- сделать среднесрочный прогноз ЧС;
- обнаружить очаг ЧС;
- осуществить контроль, в том числе краткосрочный прогноз развития ситуации;
- оценить последствия.

Основными предпосылками, усугубляющими возникновение техногенных угроз, являются повышенная концентрация потенциально опасных объектов и сокращение санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов вследствие застройки. В Нижнем Новгороде эта проблема стоит наиболее остро, так как и город, и область в целом является крупным промышленным центром, на территории которого сосредоточены предприятия различных отраслей промышленности, большинство из которых, а именно 171, относятся к потенциально опасным.

Для каждой отрасли производства характерна своя потенциальная опасность. В первую очередь это связано с хранящимися и перерабатываемыми на объектах опасными веществами, а также их количеством, что позволяет отнести объекты к тому или иному классу опасности.

В связи с этим ключевым этапом в выявлении угроз является идентификация и описание источников опасности, составление перечня возможных нежелательных событий. Основой для этого служат статистические данные по аварийности на объектах той же отрасли. Кроме того, применение методов космического мониторинга, позволяет территориально идентифицировать как сами потенциально опасные производства, так и объекты-очаги угроз возникновения ЧС техногенного характера.

Однако для решения тех или иных задач мониторинга есть некоторые ограничения и дополнительные требования к космической информации. Для анализа территории конкретного предприятия или последствий аварий необходимо применение космических снимков со сверхвысоким разрешением 0,5–1 м/пиксель (с космических аппаратов GeoEye-1, QuickBird). Для целей анализа распространения загрязнения на суше, разливов нефтепродуктов, зон поражения при выбросах опасных веществ можно использовать снимки меньшего разрешения (20–30 м/пиксель), например с космического аппарата Landsat-5. Для анализа местности, обстановки и путей подъезда целесообразно применение архивных данных, так как они имеют меньшую стоимость и часто находятся в открытом доступе.

Решение многих задач мониторинга может быть обеспечено использованием цветосинтезированных снимков с ложной передачей цвета. С их помощью можно выявить на снимке места расположения промышленных предприятий за счет спектральных свойств и отражательной способности изображенных на снимках объектов.

При решении задач мониторинга промышленных объектов незаменимым инструментом являются снимки с режимом съемки в инфракрасном спектральном диапазоне. Инфракрасная (или тепловая съемка) основана на получении снимков, фиксирующих излучение в тепловом диапазоне. В результате этой съемки невидимые излучения становятся доступными для визуального анализа. Эта съемка незаменима при мониторинге физических явлений, связанных с выделением тепловой энергии.

Тепловое загрязнение является результатом рассеивания в окружающей природной среде энергии, выделяющейся при многообразных тепловых процессах, прежде всего связанных с горением. Поэтому наиболее концентрированное тепловое загрязнение можно наблюдать в местах размещения промышленных объектов.

Тепловые снимки относят к снимкам высокого и среднего разрешения (20–30 м), поэтому их применение целесообразно для целей общего анализа ситуации на территории крупного города или агломерации.

Шлейфы дымов от промышленных предприятий также хорошо видны из космоса. Можно оценить зоны распространения дымов над жилыми кварталами от крупных промобъектов и от мелких котельных. Это особенно актуально при оценке угроз окружающей среде, так как в составе этих выбросов присутствует множество химических веществ и механических взвесей, что зависит от специфики работы того или иного предприятия. Особенно густые клубы дыма можно наблюдать от предприятий теплоэнергетики и металлургии.

Явными признаками опасных объектов обладают предприятия нефтепереработки, на территории которых располагаются нефтяные резервуары. Как известно, аварии на таких объектах, связанные с разливом нефти и нефтепродуктов, в мире не редкость. В России разливы преимущественно происходят из-за прорывов трубопроводов, однако есть случаи аварий и на нефтебазах. К счастью, на территории Нижегородской области по данным за последние 25 лет не было ЧС, связанных с подобными событиями. Однако учитывая, что Нижегородская область является крупным звеном в системе транспортировки и переработки нефти, угроза возникновения ЧС всегда весьма велика.

Таким образом, использование космических снимков в мониторинге опасных промышленных объектов может быть чрезвычайно эффективным, т. к. позволяет провести анализ угроз и рисков для прилегающей территории и окружающей среды, решать вопросы, связанные с оперативным выявлением масштабов чрезвычайных ситуаций, проводить качественный и количественный анализ последствий чрезвычайных ситуаций, а также дает возможность прогнозировать ситуацию и возможный ущерб.

*Е. К. Никольский, А. В. Чечин*  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ, ПОДВЕРЖЕННОЙ УГРОЗАМ ПРИРОДНЫХ НЕГАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Урбанизированные территории характеризуются сосредоточением большой численности населения, хорошо развитой инфраструктурой. Такие территории обычно подвержены негативным экологическим воздействиям, рискам и характеризуются угнетенным состоянием природы. Для решения задач управления такими территориями требуется качественное картографическое обеспечение, которое в современных условиях формируется с использованием геоинформационных систем и технологий.

Первоначально создается цифровая географическая основа, включающая базовые объекты (дороги, кварталы, объекты гидрографии и т. п.). Цифровые материалы создаются на основе топографических карт и космических (аэрофото) снимков, регистрируются в одной системе координат. Если планируется в дальнейшем использовать GPS-навигаторы с выходом на местность, рекомендуется сразу задавать систему координат с привязкой к географическим координатам. Цифровая географическая основа может создаваться в разных масштабах. Данные дистанционного зондирования используются как подложки и позволяют увидеть реальное состояние местности.

Опираясь на подготовленную ранее цифровую географическую основу, создаются конкретные тематические слои и карты. Рассмотрим основные методы создания тематических объектов.

1. Получение объектов с существующей карты. Выполняется сканирование бумажных материалов, регистрация раstra к системе координат, опираясь на цифровую географическую основу. Затем векторизируются требуемые объекты, вводятся атрибуты.

2. Получение объектов с существующей цифровой карты. Выполняется импорт цифровых данных, при необходимости трансформация координат и коррекция материалов.

3. Импорт точек по известным координатам, например данных взятия проб. При необходимости выполняется трансформация координат.

4. Геокодирование или нанесение точек по адресу.

5. Привязка статистических данных к границам административных единиц. Связь создается по идентификаторам объектов. Статистические данные агрегируются по границам административных единиц и отображаются на карте соответствующим методом, например методом количественного фона или картодиаграмм.

По созданным объектам формируются тематические карты. С целью визуальной привязки объектов к местности в карту подгружаются необходимые слои из географической основы, например дороги и населенные пункты.

Полученные слои и тематические карты объединяются с использованием геоинформационных технологий в картографическую базу данных единой ГИС. Полученная геоинформационная система позволяет выполнять поиск и анализ данных об исследуемой территории, необходимых для поддержки принятия управленческих решений.

**Н. А. Кащенко**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **МЕТОДЫ ГЕОМАТИКИ В ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДОВ**

Интенсивный рост транспортных потоков, вызванный резким увеличением количества автомобильного транспорта на улицах крупных городов, в последнее время значительно опережает динамику развития сети автодорог и автомагистралей. Это обусловлено как плотной городской застройкой, так и ограниченными финансовыми и строительными ресурсами муниципальных властей. Результатом такого дисбаланса являются растущие пробки на городских и пригородных маршрутах.

Важной проблемой при проведении мониторинговых исследований качества воздушной среды городов является то, что пространственная структура загрязнений изменчива во времени.

Размеры зон распространения загрязняющих веществ от автомобильного транспорта постоянно изменяют свои размеры и местоположение. Такие изменения невозможно наблюдать с помощью стационарных постов в связи с их ограниченным количеством на территории городов и значительном удалении друг от друга. Сеть передвижных постов значительно расширяет возможности контроля состояния атмосферного воздуха, однако не позволяет получить достаточного количества данных для построения целостной структуры пространственного распределения загрязняющих веществ.

В то время как параметры выбросов стационарных источников загрязнения известны и возможно их регулирование в целях оздоровления воздушной среды, ежегодно увеличивающиеся потоки автотранспорта сложно поддаются регламентированию и контролю. Соответственно ежегодно возрастает вклад автотранспортных средств в общую структуру выбросов. Эффективно решать вопросы исследования загрязнения воздушного бассейна выбросами автомобильного транспорта позволяют методы математического моделирования.

Для оценки степени загрязнения воздушного бассейна урбанизированных территорий предлагается использовать информационную систему, позволяющую представить информацию о прямом и опосредованном воздействии антропогенных объектов на окружающую среду.

Прямое воздействие в данном случае может быть представлено характером пространственного распределения загрязняющих веществ в окружающей среде. Опосредованное воздействие может быть выражено через уровни экологического риска для здоровья населения, связанного с качеством компонентов окружающей среды.

В условиях городской среды важными факторами, влияющими на рассеивание примесей в атмосферном воздухе, являются: рельеф; температура поверхности; элементы ландшафта (зеленые насаждения, водные объекты); планировка уличной сети (ширина, направление); высота зданий. При моделировании процессов распространения загрязняющих веществ целесообразно использовать модели, позволяющие учитывать максимальный набор влияющих факторов.

Предлагаемая информационная система содержит основные методы геоматики – сбор, моделирование, анализ и управление пространственными данными. Она может быть применима для усовершенствования системы управления развитием урбанизированных территорий, принятия градостроительных решений, связанных с планированием и реконструкцией территорий.

На основе предлагаемой информационной системы в 2006 году были проведены и опубликованы исследования прогнозного варианта развития экологической ситуации в результате реализации одного из градостроительных решений, заложенных в проект генерального плана развития города, а именно строительства совмещенного мостомоста через р. Оку.

Результаты прогнозных расчетов показали, что на территориях автомобильных подходов к метромосту произойдет значительное расширение неудовлетворительной и опасной зон экологического риска (в 1,5 и 1,2 раза соответственно), а также увеличение числа жителей, проживающих в зонах неблагоприятной экологической обстановки.

При реализации градостроительных решений в проекты по реконструкции территорий, прилегающих к метромосту, были заложены дополнительные мероприятия.

В результате реконструкции пл. Лядова построена дорога-дублер улицы Красносельской, которая связывает улицы Малую Ямскую и Белинского, пересекает Большую Покровскую между площадями Горького и Лядова в пределах Ямского переулка и улицы Крупской. Это позволило направить транспорт с улицы Белинского на метромост и далее в заречную часть города, минуя площадь Лядова. Построены пешеходные тоннели, которые уменьшили количество светофоров на дорогах, что способствовало увеличению пропускной способности транспортного узла и ее «улиц-спутников». В целом площадь реконструированной территории увеличилась в 2 раза.

Со стороны заречной части города для формирования автодорожного подъезда к метромосту реализован проект строительства эстакады, в результате организован прямой выезд с метромоста на улицу Гордеевскую и Московское шоссе.

Результаты исследований, проведенных в 2013 году, показали, что реализованная реконструкция площади Лядова, а также окончание формирования дорожных развязок по подъездам к метромосту как на правом, так и на левом берегу р. Оки позволили даже с учетом роста количества транспорта значительно увеличить пропускную способность территорий, при этом увеличив скорость продвижения транспорта и снизив время вынужденного его простоя, т. е. образования «пробок». В соответствии с расчетами размеры опасной и неудовлетворительной зон экологического риска уменьшились в среднем в 2,5 раза, а количество жителей, проживающих на таких участках, снизилось в 3,4 раза (в т. ч. за счет расселения жилого фонда).

Для получения более точных прогнозов, основанных на методах моделирования, необходимо использовать достаточно полную информацию о предполагаемых к реализации проектных решениях. Очевидно, что максимальная эффективность использования системы моделирования возможна на стадии разработки проектов изменения и совершенствования дорожных развязок.

## **СЕМИНАР**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**С. В. Анисимова**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

#### **ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ ЭМАЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ**

Понятие эмалевых красок (эмалей) у строителей–отделочников обычно ассоциируется с качественными лакокрасочными материалами, отличающимися хорошей укрывистостью, насыщенностью цвета и образующими при высыхании однородное глянцевое покрытие с высокими защитными и декоративными свойствами. По составу эмали представляют собой суспензии пигментов в пленкообразующих веществах с введением целевых добавок. Традиционно эмалевые краски производятся на основе органорастворимых синтетических или искусственных полимеров с содержанием испаряющихся при пленкообразовании органических растворителей.

В последние десятилетия в строительстве успешно применяются отделочные составы на основе полимерных водных дисперсий, в том числе расширяется и предложение новых материалов – водно-дисперсионных эмалей, как правило, на основе акриловых и стирол-акриловых сополимеров. Их основными преимуществами являются: отсутствие выделения вредных летучих веществ при нанесении и сушке, пожаробезопасность при производстве и применении, быстрое высыхание и формирование покрытий, возможность широкого варьирования консистенции, цвета, блеска, адгезии, твердости, биостойкости и других специфических свойств. Неоспоримо и удобство проведения окрасочных работ – минимальные средства защиты работающих, легкость удаления случайных загрязнений при окрашивании, очистка инструмента водой. А главное достоинство выражается в долговечности покрытий при условиях их правильного формирования.

Именно наличие в составах эмалей воды и ее участие в пленкообразовании выделяет необходимость учета недостатков при применении подобных материалов: возможность полной потери свойств при замораживании состава, необходимость строгого соблюдения условий применения – температуры и влажности воздуха и отделочной поверхности, длительность набора потребительских свойств – пленкообразование во времени. Следует знать, что наличие стабилизаторов в дисперсиях полимеров, а также обязательно вводимых диспергаторов и смачивателей пигментов не позволяют достичь высокого уровня блеска в отличие от эмалей на основе растворных пленкообразователей. С экономических позиций можно отметить, что современные водно-дисперсионные эмали отличаются более высокой стоимостью, чем органорастворимые, и для получения цветных покрытий требуют введения дорогостоящих пигментных паст. Однако область их использования в строительных работах и в производстве строительных материалов, несомненно, постоянно расширяется.

Автором разработаны рецептуры и изучены свойства водно-дисперсионных эмалей с использованием акриловых и стирол-акриловых дисперсий различных марок, отличающихся коллоидно-химическими характеристиками. Такие составы содержат большое количество полимерной дисперсии (от 40 до 70 %) с размером частиц от 80 до 170 нм и низкое – пигментов и наполнителей, так как увеличение объемной концентрации пигмента приводит к снижению блеска покрытия.

Предложенные составы обеспечивают формирование покрытий при температурах не ниже +10 °С при влажности воздуха до 80 %. При выборе

рекомендаций области применения полученных эмалей, учтено, что именно состав полимерной дисперсии определяет свойства покрытия: адгезию, водостойкость, твердость и эластичность.

Для характеристики получаемых покрытий приведено сравнение некоторых технических свойств водно-дисперсионной эмали НИОМ-115 по рецептуре, разработанной автором и промышленно производимой ООО «Нижегородские отделочные материалы», и эмали ПФ-115 (высший сорт), выпускаемой в соответствии с требованиями ГОСТ 6465-76 различными производителями (таблица). Как следует из приведенных данных, по некоторым эксплуатационным показателям эмаль на водно-дисперсионной основе даже превосходит эмаль ПФ-115 и может быть достойной заменой этому материалу.

**Технические свойства эмалей НИОМ-115 и ПФ-115**

Свойство	Эмаль НИОМ-115 ТУ 2316-002-53663290- 2005	Эмаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76
цвет	белый (неограниченная возможность колеровки в светлые тона)*	в соответствии с образцами цвета
условная вязкость по вискозиметру типа ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм при температуре (20,0±0,5) °С, с	не менее 100 (без разведения водой проявляет тиксотроп- ные свойства)	60–120
разбавитель	вода	уайт-спирит, сольвент, ксилол
степень перетира, мкм, не более	25	25
время высыхания при температуре (20±2) °С, ч, не более до степени 1 до степени 3	– 1	12 24–48
укрывистость высушенной пленки, г/м <sup>2</sup>	100	30–120
блеск пленки эмали, %, не менее	не нормируется	50 **
блеск пленки эмали при 60°, %	40–60***	не нормируется
эластичность пленки при изгибе, мм, не более	1	1
стойкость покрытия при (20±2) °С к статическому воздействию воды, ч, не менее	72	2
прочность пленки при ударе по прибору типа У-1, см, не менее	50	40
твердость пленки по маятниковому прибору, усл. ед., не менее	0,20	0,15–0,25

\* Для получения цветных эмалей насыщенных тонов используется эмаль НИОМ-116.

\*\* Согласно ГОСТ 9.032-74 покрытие глянцевое и высокоглянцевое

\*\*\* Согласно ГОСТ 9.032-74 покрытие полуглянцевое и глянцевое

Какие же сферы применения водно-дисперсионных эмалей в строительстве в настоящее время уже наиболее освоены?

Прежде всего, это получение эмалевых покрытий, в основном белого цвета, на деревянных изделиях и конструкциях, которые отличаются водостойкостью, эластичностью, устойчивостью к температурным и влажностным изменениям, декоративностью, а в некоторых случаях обладают и биостойкостью или



антисептическими свойствами. Как правило, такие эмали применяются в производственных условиях (промышленное окрашивание производится методами воздушного или безвоздушного распыления) или непосредственно на объекте при ремонтных работах (нанесение кистью, валиком). Главное условие для получения качественных результатов – предварительное грунтование с последующей сушкой и удалением поднятого ворса ошкуриванием, а затем окрашивание подготовленной поверхности с возможностью просушивания при температурах от 10 до 60 °С. Срок службы таких покрытий составляет до 8 лет.

Водно-дисперсионные эмали успешно применяются и для окрашивания оштукатуренных, гипсовых, кирпичных, бетонных и других стеновых поверхностей, которые также требуют тщательной подготовки с применением шпатлевок и грунтовок на водно-дисперсионной основе. Отличные результаты получены при окрашивании помещений подъездов жилых домов в городах Нижний Новгород и Тольятти.

Колерованные эмали наносятся, как правило, валиками. Ценно, так что в замкнутом пространстве не ощутим запах растворителей, высыхание стен происходит достаточно быстро, исключается возможность загрязнений и нарушения покрытий. При эксплуатации окрашенные стены легко отмываются при использовании моющих средств.

Особые требования предъявляются к отделке помещений детских и лечебно-профилактических учреждений. Нормируется коэффициент отражения покрытий, зависящий от уровня блеска. Важными качествами являются пожарные и санитарно-гигиенические характеристики. Преимущества использования водно-дисперсионных эмалей для этих целей обоснованы и доказаны независимыми испытаниями.

Водно-дисперсионные эмали могут быть интересны и для творческих отделочников. Декоративные покрытия на глазурованных керамических и стеклянных изделиях являются высокоглянцевыми с повышенной твердостью. Такие составы были разработаны для фабрики елочных игрушек «Ариель» (г. Нижний Новгород), где работают стеклодувы и художники. В настоящее время эмали для стекла производятся промышленно и с успехом могут использоваться и в дизайнерских работах при выполнении витражей или других декоративных элементов.

Самой большой областью использования эмалевых покрытий, несомненно, является защита металла от коррозии. Такие составы обязательно содержат антикоррозионные добавки и агенты против мгновенной коррозии от действия водной среды эмали и выполнены на основе стирол-акриловых дисперсий, обладающих высокой адгезией к металлу и стойкостью формирующегося покрытия к воде. Как правило, защита представляет собой комплексную систему, включающую использование преобразователя ржавчины, антикоррозионной грунтовки и эмали как финишного декоративного слоя. Окрашиванию подлежат металлоконструкции строительных объектов, мостовые конструкции, вышки сотовой связи, элементы ограждений, радиаторы отопления, трубы, некоторые виды арматуры и т. п.

Важным для получения качественных покрытий по металлу является строгое соблюдение режимов нанесения эмалей и формирования покрытий. В процессе сушки необходимо исключить резкие снижения температуры и попадание воды, в том числе и конденсацию влаги воздуха на поверхности металла. В условиях строительства это достаточно трудные задачи, поэтому наибольшая область применения водно-дисперсионных эмалей для защиты металла, безусловно, распространяется на технологии при производстве строительных материалов на специализированных предприятиях, где имеется возможность высокотемпературной сушки (60–80 °С).

В настоящее время разработана и доказана эффективность грунтовочного состава на основе водных дисперсий и фосфатного ингибитора коррозии, а доказательство долговечности комплексной защиты металла с использованием грунтовки и водно-дисперсионной эмали проводится в настоящее время на испытательной площадке Института природно-технических систем г. Сочи.

Результаты работы используются Нижегородскими производителями лакокрасочных материалов на основе полимерных водных дисперсий.

**Г. В. Канаков**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ**

В развитии городской среды особое место занимают уникальные здания повышенной этажности или архитектурно-общественной значимости.

Профессионализм в деятельности строителей на всех этапах возведения таких сооружений (изыскание, проектирование, строительство, эксплуатация) должен обеспечить их **эксплуатационную надежность на 100 лет**. Вопрос этот актуален в связи с тем, что, хотя и в редких случаях, но здания представляются приемочной комиссии в аварийном состоянии или требуют сноса. А главные причины этого – *недооценка особенностей инженерно-геологических условий и ошибки на других этапах возведения сооружений*.

Надежность уникальных зданий обеспечивается выполнением 2 расчетных условий:

по 1-му предельному состоянию – по прочности и устойчивости всех строительных конструкций;

по 2-му предельному состоянию, когда расчетная осадка сооружения не должна превышать предельно-допустимые нормативные значения.

Остановимся на «Музее–выставке» инженерно-геологических условий на территории г. Нижнего Новгорода.

- **Лессовидные просадочные суглинки** в нагорной части города могут иметь толщину до 20 м, но просадочными свойствами обладают верхние слои до 10 м. Проектирование ленточных, столбчатых, плитных и свайных фундаментов может дополняться вариантами фундаментов на искусственных основаниях (силикатизация, термическое закрепление, цементация, уплотнение грунтов тяжелой трамбовкой и др.).

Возможные дефекты в возводимых сооружениях могут быть связаны с недооценкой значений возможных осадок и просадок, их неравномерности и трещинообразования, появление крена у высотных зданий, недостаточной жесткости конструкций, ошибками в определении несущей способности свай и при выполнении свайного поля.

- **Склонно–оверажные территории**, занимающие до 30 % территории нагорной части в городе. Это касается территории Верхне-Волжского откоса и других примыкающих протяженных участков Волжско-Окского правобережья.

Строительная практика знает случаи:

- катастрофических масштабов оползней, поглотивших жилые дома у подножья откосов;

- оползневые сходы больших массивов грунта;

- сноса зданий в расширяющихся оползневых зонах;

- дорогостоящих укреплений оснований и фундаментов домов при дополнительных затратах на увеличение жесткости и устойчивости самих строительных конструкций.

Обеспечение устойчивости откосов и склонов гарантирует и эксплуатационную надежность уникальных зданий, возводимых на примыкающих к ним территориях.

Поэтому основным показателем при проектировании таких сооружений является *коэффициент устойчивости откоса* (отношение удерживающих сил к сдвигающим в расчетной схеме), который для уникальных сооружений должен быть не менее 1,5.

В случаях необходимости в проекте предусматриваются:

- устройство подпорных стенок;

- выколачивание откосов;

- отвод подземных вод через штольни;
- планирование территории с организованным отводом атмосферных вод;
- недопущение утечек из водонесущих коммуникаций;
- закрепление грунтов откоса;
- применение свайных фундаментов и др.

• **Насыпные грунты**, строительство сооружений на которых требует особого внимания. Строительство в этих условиях связано с освоением территорий:

- образованных в нагорной части города при засыпке оврагов грунтом из котлованов возводимых зданий;
- сложенных слабыми грунтами в заречной части города, когда при рытье котлованов удаляются слабые иловатые и заторфованные слои грунта, а на их месте выполняется песчаная подушка.

Ошибки при проектировании и выполнении фундаментов, приводящие к аварийному состоянию зданий, обычно связаны:

- с недооценкой инженерно-геологических условий (случаи нескрытия отрогов оврагов, засыпанных строительным мусором и бытовыми отходами, которые приводят на таких участках к недопустимым осадкам фундаментов, достигающим 65 см); с ошибками в определении коэффициента устойчивости откоса; с некачественным выполнением работ; с недостаточной жесткостью здания.

• **Пойменно-намывные территории**. Первый опыт возведения сооружений в таких сложных инженерно-геологических условиях в СССР был реализован в 1957 г. на строительстве завода моторов в г. Заволжье. На базе научно-исследовательских работ были созданы ТСН «Основания и фундаменты зданий и сооружений на намывных грунтах Нижегородской области» (ТСН 50-303-96 НН. 1997г.).

Этот опыт был перенесен на возведение жилого комплекса «Мещерское озеро» в г. Нижем Новгороде.

Вопрос актуален, т. к. в перспективе на 20 площадях вдоль рек Волги и Оки возможно возводить жилые и промышленные массивы подобно вышеуказанным.

При возведении уникальных зданий на таких территориях проектирование их оснований и фундаментов производится с учетом 3 расчетных схем:

*1-я расчетная схема* – под слоем намывного грунта толщиной в 3–6 м находятся речные отложения (условия удовлетворительные, проектирование ведется по обычным правилам);

*2-я расчетная схема* – под слоем намывного грунта толщиной в 6–10м залегают слои слабых подстилающих грунтов 0,5–3,0 м (обычно глинистые в текуче-пластичном состоянии с включениями органики и прослоев ила). Поэтому применение ленточных, столбчатых или плитных фундаментов возможно только при выполнении условия по 2-му предельному состоянию, т. е. по деформациям с определением осадки от всего «пятна застройки здания», а не по отдельным сечениям. В противном случае переходят на свайные фундаменты;

*3-я расчетная схема* – под слоем намывного грунта толщиной в 8–12 м находятся слои торфа и ила 1–5 метров, сложные инженерно-геологические условия; применение только свайных фундаментов.

Несоблюдение указанных рекомендаций приводит к случаям аварийного состояния здания или его сносу.

• **Закарстованные территории** обязывают строителей с высокой ответственностью относиться к возведению уникальных зданий.

При этом в основе – выполнение «Рекомендаций по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области» (2012 г.), в которых указываются:

- актуальность вопроса (45 % территории г. Нижнего Новгорода относится к закарстованным территориям);
- карта развития карстовых процессов на территории области;

- способы оценки карстовой опасности для зданий;
- противокарстовые мероприятия.

Особое внимание следует уделять 3 этапам:

1. Определение карстоопасности выделяемой под строительство территории (возможно иметь заключение ОАО «Противопожарная и береговая защита» г. Дзержинск);

2. Разработка генпланов территории с размещением уникальных зданий на участках менее подверженных карстовым проявлениям;

3. Проектирование уникальных зданий повышенной жесткости всех строительных конструкций.

Упрощенные подходы к возведению уникальных зданий на закарстованных территориях могут приводить:

- к потере общей устойчивости или недопустимым кренам при образовании провалов;

- к развитию неравномерных осадок фундаментов зданий;

- к образованию деформаций и трещин в надземных конструкциях вследствие карстовых просадок.

• **Территории песчаных грунтов** в заречной части города. В целом строители успешно справляются с возведением зданий в таких условиях. Однако отмечается негативное проявление – возможные просадки водонасыщенных песчаных грунтов при динамическом воздействии и разжижении.

В строительной практике этот процесс будет проявляться при забивке свай в фундамент возводимого сооружения, вызывающий дополнительные осадки рядом расположенных зданий и трещинообразование в их строительных конструкциях.

Во избежание этих негативных последствий следует:

- не допускать развития амплитуд колебания грунта под эксплуатируемым зданием от динамических воздействий, превышающих нормативно-допустимые значения;

- применять другие виды свай (буро-набивные, буро-инъекционные, задавливаемые и др.);

- обеспечивать безопасный разрыв между этими зданиями, исключая недопустимое динамическое влияние;

- применять ленточные, столбчатые, плитные фундаменты, а также искусственные основания.

Приведенный в статье обзор необходимости учета инженерно-геологических особенностей поможет исключить случаи аварийных ситуаций при возведении уникальных зданий на территории г. Нижнего Новгорода.

**Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СВАЙНЫХ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ЛИНЕЙНЫМ ОДНОРЯДНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СВАЙ**

Развитие современных городов влечет за собой сокращение территорий удобных для строительства, поэтому в настоящее время происходит активное освоение земель, ранее считавшихся «бросовыми», непригодными и малоценными для застройки. Это прибрежные склоны рек, склоны оврагов, балок, засыпанные отвержки оврагов, участки, примыкающие к действующим оползням и т. д.

Освоение территорий со сложными инженерно-геологическими условиями – актуальная задача не менее чем для 20 % крупных городов России, среди которых такие как Нижний Новгород, Волгоград, Казань и др., где имеется разветвленная овражно-балочная сеть и активно застраиваются территории, расположенные на правом высоком берегу реки Волги.

Освоение склоновых территорий может дать городам немало дополнительных селитебных земель, поэтому разработка экономически эффективных подпорных конструкций, являющихся устойчивыми противооползневыми сооружениями и одновременно фундаментами для зданий и сооружений, возводимых на склонах, является весьма актуальной.

В качестве одной из таких конструкций предлагается устройство линейных свайных фундаментов из призматических свай, расположенных под поперечными несущими стенами зданий с минимальным шагом в один или два ряда. При расположении свай таким образом формируется диафрагма, состоящая из свай и уплотнённого межсвайного грунта. Уплотнённый грунт, защемленный между сваями, включается в работу при передаче на подпорную конструкцию горизонтальной нагрузки от оползневого давления. Такая конструкция позволяет в значительной степени снизить барражный эффект, не препятствуя движению грунтовых вод, исключить во многих случаях устройство сложных и дорогостоящих подпорных и дренажных сооружений.

Для того чтобы изучить работу предлагаемой противооползневой конструкции, нами были проведены экспериментальные исследования моделей фундаментов, состоящих из линейно расположенных призматических свай, погруженных в грунтовый массив природного сложения. Исследования проводились в полевых условиях на специально подготовленной площадке (рис. 1).

В исследованиях использовались модели свай, изготовленные из дерева, размерами поперечного сечения 30х30 мм длиной 600 мм.

Установка, с помощью которой выполнялись исследования, представляет собой конструкцию, специально разработанную для испытаний моделей однорядных ленточных свайных фундаментов при совместном действии горизонтальных и вертикальных нагрузок (рис. 2).

Были испытаны: 1) одиночная свая; 2) ряд из 2 свай; 3) лента из 4 свай и 4) фундамент из 6 свай.

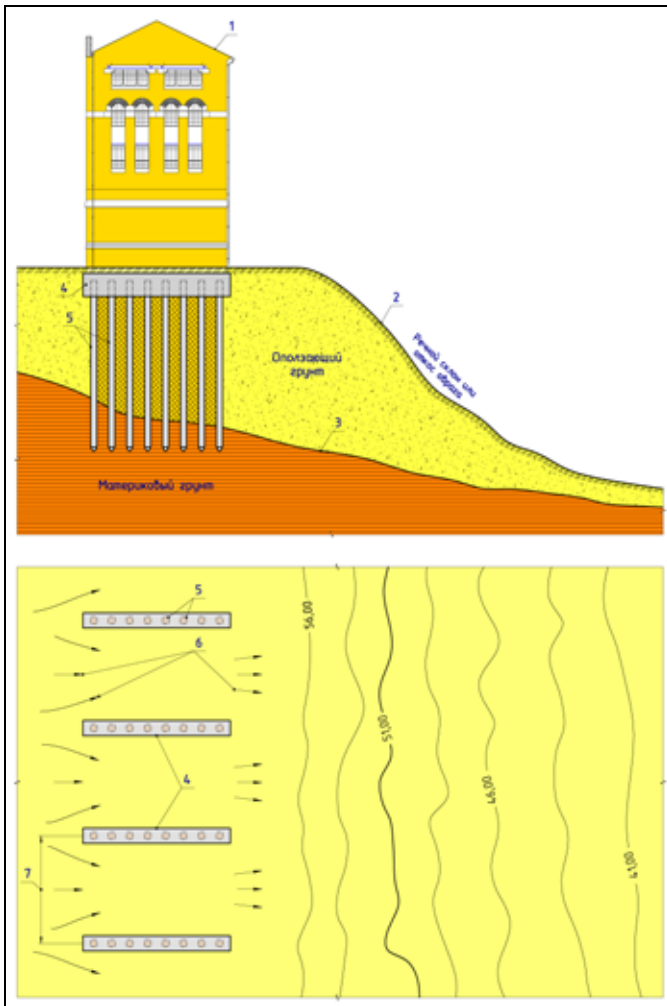


Рис. 16. Схема, поясняющая применение противооползневой конструкции в виде поперечных конструкций-диафрагм: 1 – здание или сооружение, возводимое на склоновых территориях; 2 – речной склон или откос оврага; 3 – поверхность сдвига; 4 – конструкция-диафрагма, состоящая из прямолинейного расположения призматических свай 5; 6 – потоки грунтовых вод; 7 – шаг диафрагм (может составлять 4,5–6,0 м)



Рис. 1а. Общий вид испытательной площадки. Размеры площадки в плане 5х9 м, заглубление 0,8 м

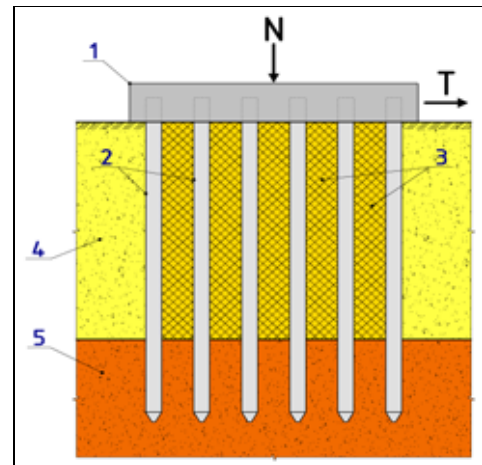


Рис. 1б. Принципиальная схема свайно-грунтовой диафрагмы: 1 – ростверк; 2 – призматические сваи; 3 – грунт, защемлённый в межсвайном пространстве; 4 – верхний относительно рыхлый в природном состоянии грунт (песок мелкий); 5 – подстилающий плотный грунт (цементированный мелкий песок коричневого цвета)



Рис. 2. Общий вид экспериментальной установки во время испытаний модели фундамента из 4 линейно расположенных свай.

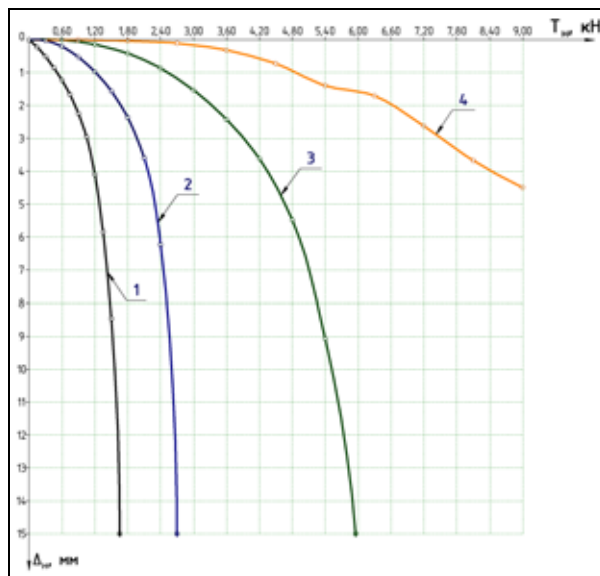


Рис. 3. Зависимости горизонтальных перемещений фундаментов  $\Delta_n$  от горизонтальной нагрузки  $T_n$ :  
 1 – одиночная свая; 2 – группа из двух свай;  
 3 – ряд из четырёх свай; 4 – ряд из 6 свай.

В результате выполненных экспериментов было установлено:

1. При небольших горизонтальных перемещениях и кренах фундаменты работают как свайно-грунтовая конструкция-диафрагма, состоящая из свай, объединённых жёстким ростверком с защемлённым между сваями грунтом.

2. С ростом числа свай в фундаменте удельная горизонтальная нагрузка  $T_{ун}$ , приходящаяся на одну свая, увеличивается за счёт совместной работы свай и защемлённого между ними грунта.

3. При больших горизонтальных перемещениях крен фундамента увеличивается, защемленный между сваями грунт разрушается, в результате чего удельное сопротивление свай в различных фундаментах выравнивается.

4. Сопротивление горизонтально нагруженных фундаментов возрастает с увеличением в них количества свай (рис. 3). Так, при горизонтальном перемещении равном  $\Delta_n = 1,0$  мм, увеличение количества свай в фундаменте с 1 до 2 приводит к увеличению сопротивления группы свай в 2,37 раза. Сопротивление фундамента из 4 свай увеличивается в 4,95, а фундамента из 6 свай – в 9,51 раза. Таким образом, несущая способность фундаментов увеличивается не пропорционально увеличению количества свай.

5. Междусвайный грунт испытывает деформации перекашивания.

6. В целом результаты выполненных экспериментов подтвердили эффективность предлагаемой конструкции.

Для того чтобы изучить работу междусвайного грунта, нами были предприняты исследования напряженно-деформированного состояния грунта в приборе перекашивания конструкции С. Н. Сотникова (рис. 4). Была выполнена серия из 3 испытаний при различных вертикальных напряжениях.

Образцы грунта испытывались при различных вертикальных напряжениях (200, 300 и 400 кПа) и ступенчато увеличивающимися горизонтальными нагрузками. При этом образцы доводились до разрушения. В результате был определен порог, при котором горизонтальные деформации грунта из стадии затухающей ползучести переходят в стадию незатухающей деформации, нарастающей с увеличивающейся скоростью.

Исследования прочности грунта в приборе прямого одноплоскостного среза ГПП-30 по стандартной методике, регламентируемой ГОСТ 12248-96, и методом сдвига «плашки по плашке», показали, что порог вязкопластического течения грунта ниже «стандартной» прочности, а «стандартная» прочность равна остаточной (рис. 5).

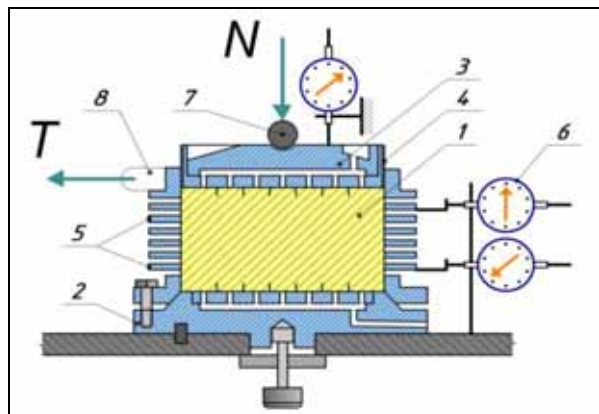


Рис. 4. Схема прибора перекашивания:  
 1 – образец грунта; 2 – неподвижное основание прибора; 3 – подвижная в горизонтальной плоскости обойма; 4 – резиновая оболочка; 5 – обойма из тонких стальных колец; 6 – индикаторы часового типа для измерения горизонтальных перемещений; 7 – шарнир; 8 – «серьга»

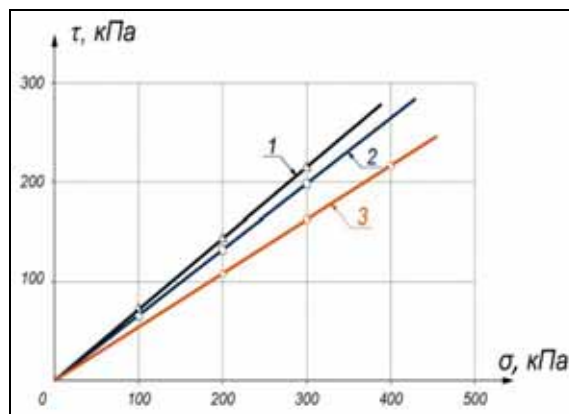


Рис. 5. Диаграммы прочности суглинка:  
 1 – условно-мгновенная прочность;  
 2 – «стандартная» и остаточная прочность;  
 3 – порог вязкопластического течения

Таким образом, лабораторные испытания показали, что исследования, выполненные в приборе перекашивания, могут быть использованы при разработке методики расчетов устойчивости и деформируемости подпорных сооружений предлагаемой конструкции.

**И. В. Молев, А. М. Ундалов**  
 (ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРЕУГОЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ ПАНЕЛИ РАДИАЛЬНО-БАЛОЧНОГО КУПОЛА

Перспективным направлением повышения экономической эффективности строительства зданий и сооружений является широкое применение легких пространственных конструкций, в том числе сетчатых оболочек и куполов. Купола благодаря своей конструктивной форме перекрывают рекордные пролеты и являются наиболее экономичными по сравнению с любыми другими жесткими конструкциями, именно в диапазоне больших пролетов [1].

Одними из самых экономически эффективных покрытий являются радиально-балочные купола (рис. 1). Расход стали, приведенный на  $1 \text{ м}^2$ , для таких конструкций в зависимости от снегового района колеблется от  $15,38$  до  $23,75 \text{ кг/м}^2$ , что вполне сопоставимо с лучшими отечественными решениями.



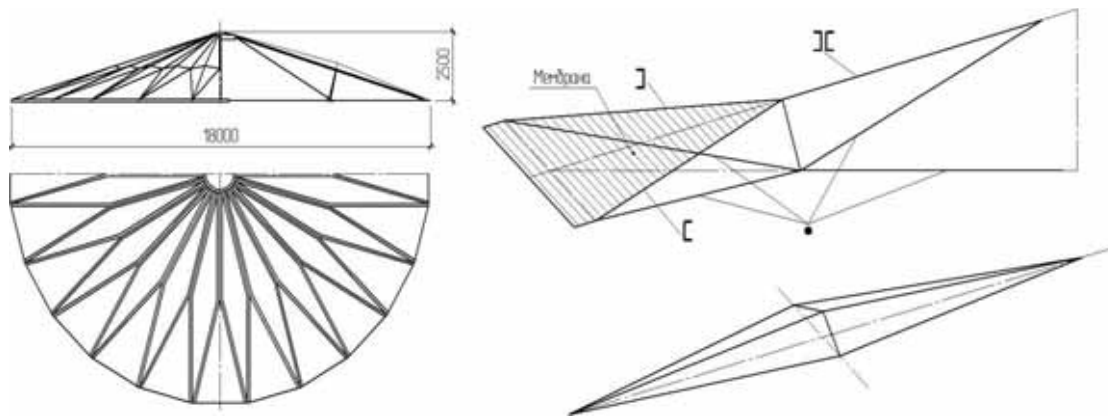


Рис. 1. Купольное покрытие радиально-балочного типа

Конструктивные возможности таких куполов далеко не исчерпаны и представляется возможным повысить эффективность этих конструкций включением в работу мембраны-покрытия и тем самым уменьшить расчетные усилия и, в конечном счете, снизить массу и стоимость купола. При этом возникает целый комплекс вопросов и проблем, связанных с работой мембраны, устойчивостью и деформативностью всей системы. Подробнее остановимся на вопросах, связанных с напряженно-деформируемым состоянием стальной мембраны треугольной формы с податливым опорным контуром.

В основных научных исследованиях мембранных оболочек [2,3,4,5] и нормативно-технической литературе [6] изложены вопросы, посвященные расчету и конструированию мембран различных видов и форм. В то же время отсутствует информация, связанная с работой мембранных покрытий или элементов треугольной формы. Для выявления общих закономерностей работы треугольной мембраны, входящей в конструкцию радиально-балочного купола, численными методами выполнены теоретические исследования ее напряженно-деформированного состояния.

Высота равнобедренной треугольной мембраны в свету составляет 2 420 мм, основание – 1100 мм, толщина листа – 0,5 мм, опорный контур – гнутый швеллер 60x32x2,5. Материалом мембраны и швеллеров была принята сталь С245 с модулем упругости 206 000 МПа, предел текучести  $R_y = 240$  МПа.

Для исследований использован вычислительный комплекс «MSC Nastran», в котором реализован метод конечных элементов. Под воздействием поперечной нагрузки в мембране наблюдаются большие перемещения и значительное изменение геометрии. В этом случае имеет место геометрическая нелинейность. Физическая нелинейность материала задавалась диаграммой упругопластической работы материала с изотропным упрочнением. Модуль линейного упрочнения принят таким образом, чтобы приблизить диаграмму деформирования материала к идеализированной диаграмме Прандля.

Для оценки прочности и деформативности стального листа-мембраны, была рассмотрена его работа при действии равномерно-распределенной снеговой нагрузки (вариант № 1), неравномерно-распределенной снеговой нагрузки (вариант № 2) и сосредоточенной монтажной нагрузки (вариант № 3). В соответствии с прил. Г.14 [7] для зданий с коническими круговыми покрытиями при варианте приложения нагрузки № 1  $\mu_1 = 1,0$  и  $S = 240$  кг/м<sup>2</sup>. При варианте № 2 с уклоном купола  $\alpha = 15^\circ$  и  $\beta = 90^\circ$  и  $z = 0,5r$   $\mu_2 = 0,688$ ,  $S = 165,12$  кг/м<sup>2</sup>, при  $z = r$   $\mu_2 = 1,375$ ,  $S = 330$  кг/м<sup>2</sup>. Монтажная нагрузка (вариант № 3) была приложена в геометрическом центре треугольника в качестве сосредоточенной силы интенсивностью  $P = 120$  кг, распределенной на площадке 100x250 мм.

На рис. 2 изображены результаты нелинейного статического расчета. Максимальный прогиб мембраны для варианта №1 равен 37,44 мм, для варианта №2 – 38,69 мм, для варианта №3 – 32,32 мм. В углах треугольной мембраны наблюдаются максимальные эквивалентные напряжения, равные 240 МПа – заданному пределу текучести стали. При расчетной нагрузке наблюдаются обширные зоны напряжений текучести в угловых зонах мембраны, а также вдоль кромки мембраны. Самая обширная зона пластических деформаций находится в вершине равнобедренного треугольника на расстоянии 1/6–1/8 высоты. Наибольшие изменения напряженно-деформированного состояния мембраны зафиксированы в местах ее примыкания к контуру.

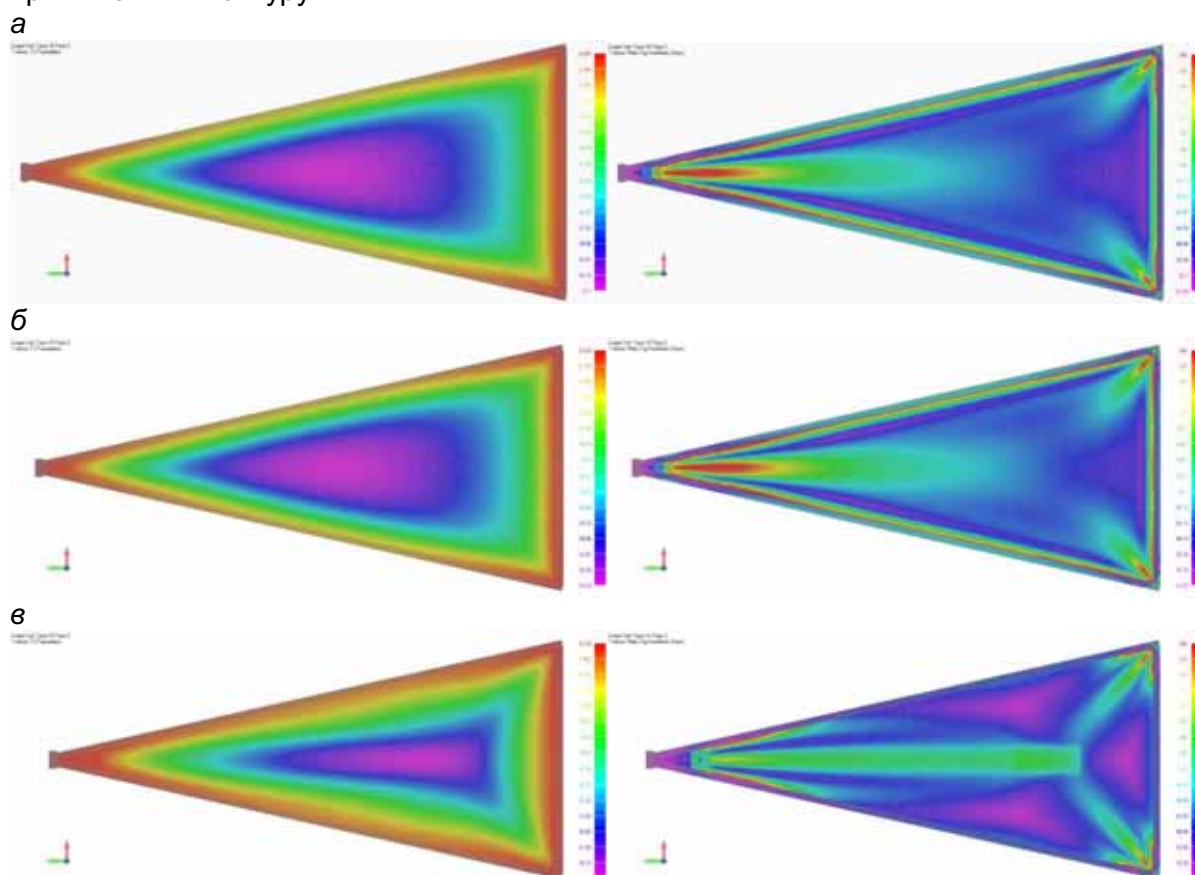


Рис. 2. Вертикальные прогибы и эквивалентные напряжения при действии:  
а – равномерно-распределенной снеговой нагрузки; б – неравномерно-распределенной снеговой нагрузки; в – монтажной нагрузки

Возникновение повышенных напряжений в угловых зонах мембраны в месте крепления мембраны объясняется неравномерными горизонтальными перемещениями опорного контура. Горизонтальные деформации опорного контура увеличиваются от крайних точек к середине, вызывая тем самым перераспределение нормальных напряжений в мембране вдоль опорного контура.

Повышенные напряжения по краям мембраны объясняются краевым эффектом, т. е. возникновением в мембране изгибающих моментов. Вдоль кромки мембраны этот эффект определяется резким изменением кривизны оболочки (в процессе ее деформирования под нагрузкой) на ограниченных по длине участках, при наличии хотя и малой, но конечной изгибной жесткости стального листа [2].

Сопоставление результатов расчета при трех вариантах приложения нагрузки показало, что картины напряженно-деформированного состояния для первых двух вариантов практически идентичны. При загрузке мембраны неравномерно-распределенной снеговой нагрузкой (вариант № 2) по сравнению с равномерно-распределенной снеговой нагрузкой (вариант № 1) значения прогибов больше на 4 %,

значения эквивалентных напряжений на некоторых участках отличаются в пределах 5–10 %.

При варианте нагрузки № 3 (монтажная нагрузка) наблюдается несколько иная картина напряженно-деформированного состояния. Зоны максимальных эквивалентных напряжений расположены в углах мембраны, в месте приложения нагрузки и на участках между ними. Для третьего варианта нагружения значения прогибов меньше на 20 % по сравнению с вариантом № 2. В мембране зафиксированы более низкие значения эквивалентных напряжений, за исключением центральной зоны, где они больше на 75 %, чем для варианта № 2.

Выводы:

1. Изображенное напряженно-деформированное состояние мембраны при действии поперечных нагрузок определяется: сложным нелинейным поведением конструкции; возникающими краевыми эффектами и перераспределением внутренних усилий в мембране из-за неравномерных горизонтальных деформаций вдоль опорного контура.

2. Анализ результатов численного исследования напряженно-деформированного состояния мембраны показал, что наиболее неблагоприятной схемой приложения нагрузки является неравномерно-распределенная снеговая нагрузка в соответствии с рис. Г.17 нормативного документа [7].

Литература

1. Тур, В. И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности / В. И. Тур. – М.: Изд-во АСВ. 2004.

2. Вольмир, А. С. Гибкие пластинки и оболочки / А. С. Вольмир. – М.: Гостехиздат, 1956.

3. Еремеев, П. Г. Пространственные тонколистовые металлические конструкции покрытий / П. Г. Еремеев. – М.: Изд-во АСВ. 2006.

4. Трофимов, В. И. Легкие металлические конструкции зданий и сооружений / В. И. Трофимов – М.: Наука. 1997.

5. Мембранные конструкции зданий и сооружений / В. И. Трофимов, В. Б. Микулин, А. Я. Прицкер и др. – Киев: Будевельник, 1986.

6. Мембранные конструкции зданий и сооружений: справ. пособие : в 2 ч.: Ч. 1; под общ. ред. В. И. Трофимова и П. Г. Еремеева / ЦНИИ строительных конструкций им. В. А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1990.

7. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-1985\*». – М.: ОАО «ЦПП», 2012.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАВИШ *SDh* И *ОНР* ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДЕФОРМАЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

С помощью электронного тахеометра можно определять горизонтальные углы, зенитные расстояния, наклонные дальности, горизонтальные проложения, превышения или высоты визируемых точек, приращения координат или координаты точек визирования, недоступные расстояния и др.

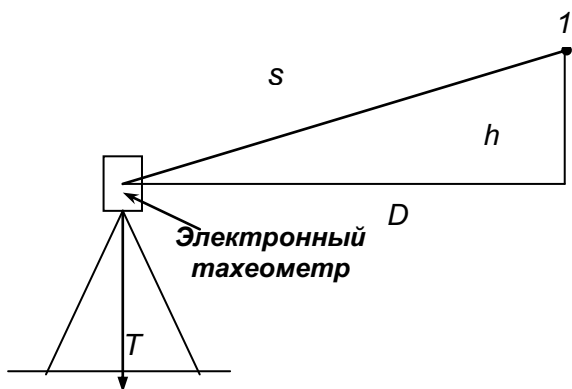


Рис. 1. Данные, получаемые с помощью клавиши *SDh* электронного тахеометра

Так, например), установив прибор в точке *T* (рис. 1, наводят перекрестие сетки или лазерное пятно на точку *1* и с помощью клавиши *SDh* получают на экране наклонное расстояние *S*, горизонтальное проложение *D* и превышение *h*. Приведенный на рис. 2 тахеометр *SET 530R/R3* позволяет измерять углы с точностью 5", дальность измерения расстояний: на одну призму 5 000 м с точностью  $\pm(2+2 \times 10^{-6} \times D)$  мм, без отражателя – 350 м с точностью  $\pm(3+2 \times 10^{-6} \times D)$  мм.

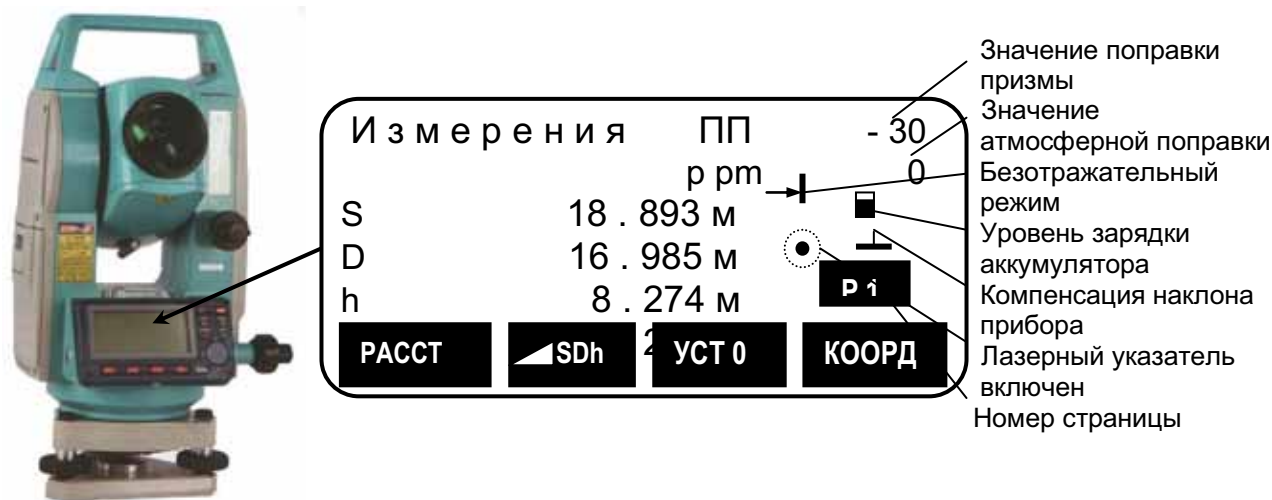


Рис. 2. Пример показаний дисплея электронного тахеометра *SET 530R/R3*

Применение клавиши *SDh* позволяет осуществлять контроль вертикальности стен зданий, сооружений и других строительных конструкций (рис. 3). Так, установив тахеометр в точке *1*, и визируя последовательно на точки *0, 1, ..., 4*, сразу получаем на экране дисплея на каждую наблюдаемую точку горизонтальное проложение *D* и превышение *h*.

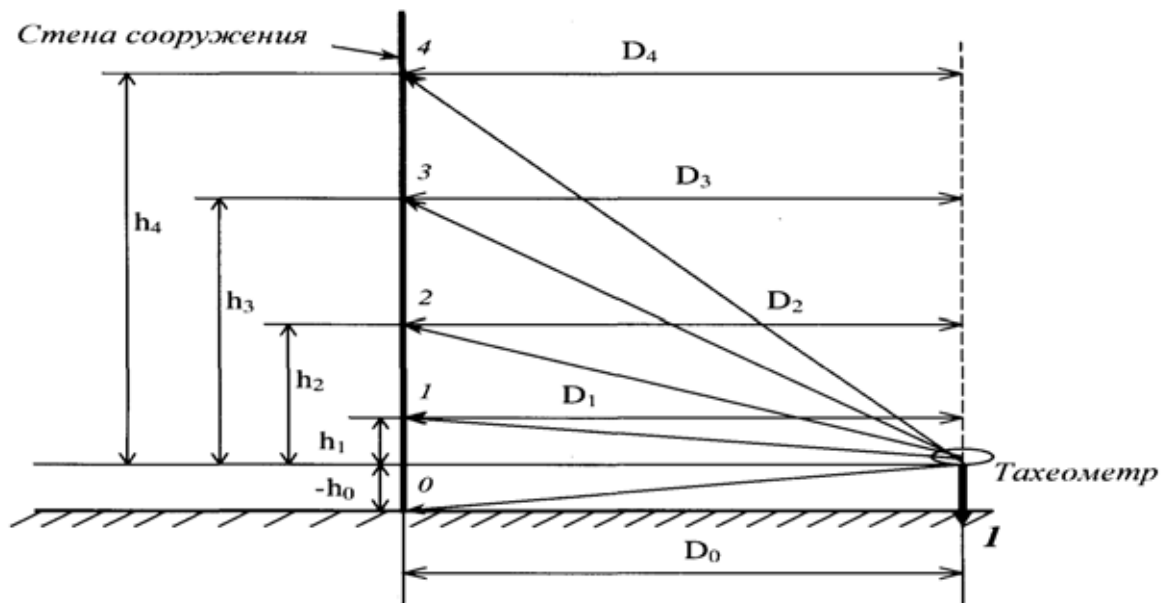


Рис. 3. Определение вертикальности строительной конструкции

Равенство  $D_0 = D_1 = \dots = D_4$  укажет на вертикальное положение стены. В противном случае по значениям  $D_i$  и  $h_i$  можно построить профиль, наглядно иллюстрирующий пространственное положение строительной конструкции.

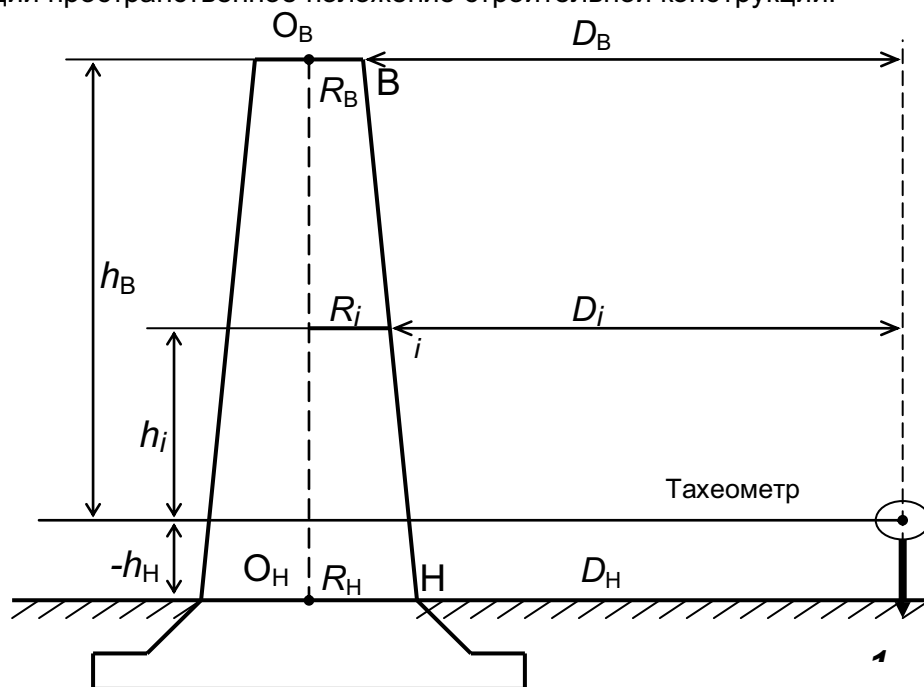
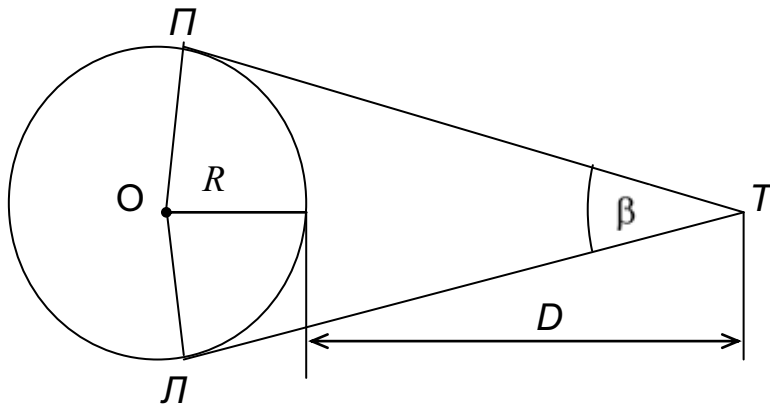


Рис. 4. Схема определения крена дымовой трубы

Для определения крена дымовых труб (рис. 4) устанавливают тахеометр в точке 1 и измеряют  $D$  и  $h$ , визируя на средние точки нижнего, промежуточных и верхнего сечений трубы. Прибавив к каждому  $D$  соответствующий радиус трубы  $R$ , можно вычислить частные крены трубы  $K$  на разных ярусах  $h$  по направлению 1–O:  $K = (D + R) - (D_H + R_H)$ .

Параллельно с измерениями  $D$  и  $h$  следует измерять горизонтальные углы  $\beta$  между левой  $L$  и правой  $P$  точками образующей трубы (рис. 5).



Тогда по результатам таких измерений можно вычислить радиус трубы  $R$  для каждого наблюдаемого сечения по выведенной нами формуле:

$$R = D \frac{\sin \frac{\beta}{2}}{1 - \sin \frac{\beta}{2}}$$

Рис. 5. Схема определения радиуса сечения трубы

Для определения стрелы прогиба фермы прибор устанавливают в точке  $T$  (рис. 6). Визируют последовательно на точки  $1, 2, \dots, 5$  основания фермы, фиксируя каждый раз отсчёт по горизонтальному кругу, проложения  $D$  и превышения  $h$ . По разности полученных превышений вычисляют стрелы прогиба конструкции.

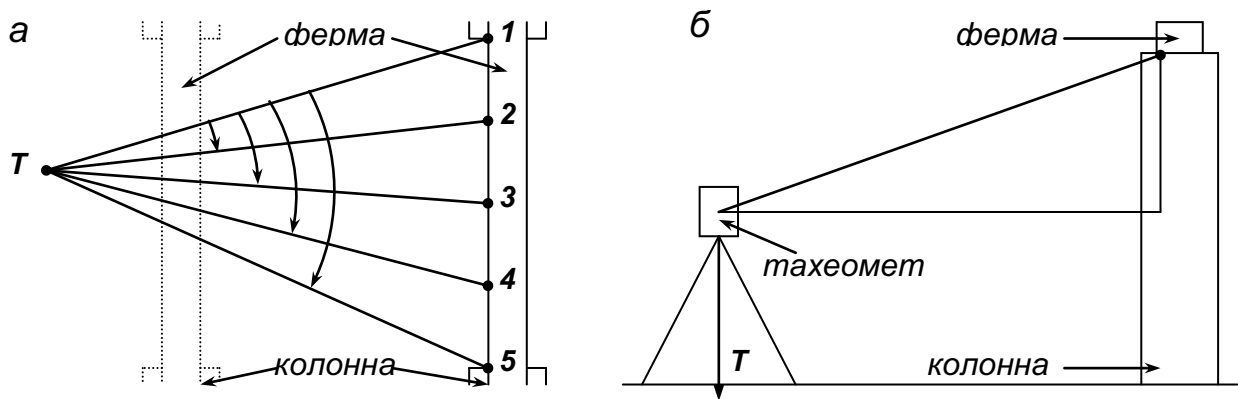


Рис. 6. Схема определения стрелы прогиба: а – вид сверху, б – вид сбоку

Другой способ предусматривает одновременное определение стрелы прогиба фермы, вертикальности колонн и расстояния между колоннами в пролёте. Для этого устанавливают на полу цеха тахеометр в произвольной точке  $T$ , расположенной под фермой (рис. 7).

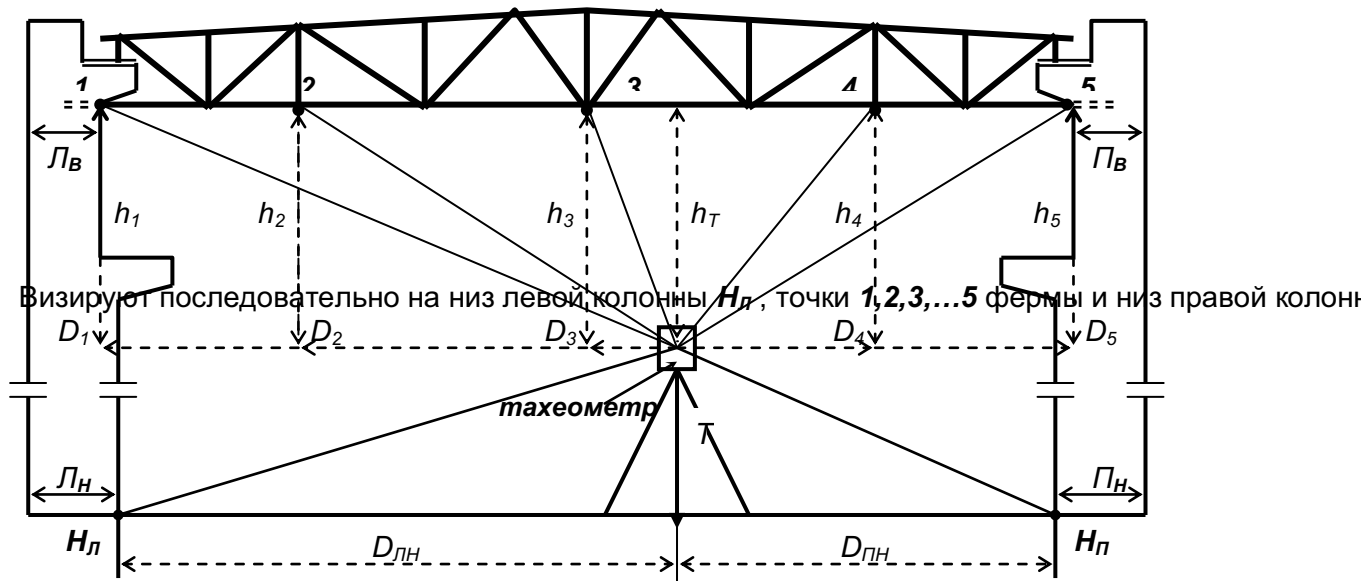


Рис. 7. Схема одновременного определения стрелы прогиба фермы и вертикальности колонн путем дискретного сканирования точек в вертикальной плоскости

Визируют последовательно на низ левой колонны  $H_L$ , точки  $1, 2, 3, \dots, 5$  фермы и низ правой колонны  $H_P$ , получая на каждую наблюдаемую точку  $D$  и  $h$ . По разности превышений вычисляют стрелы прогиба фермы. А по разностям горизонтальных проложений от точки  $T$  до верха  $D_1$  и низа  $D_{ЛН}$  левой колонны и до верха  $D_5$  и низа  $D_{ПН}$  правой колонны вычисляют крен  $K_L$  и  $K_P$  каждой колонны:  $K_L = (D_1 + Л_B) - (D_{ЛН} + Л_H)$ ,  $K_P = (D_5 + П_B) - (D_{ПН} + П_H)$ , где  $Л_B$ ,  $Л_H$ ,  $П_B$ ,  $П_H$  – ширина колонны поверху и понизу, а суммы проложений  $(D_{ЛН} + D_{ПН})$  и  $(D_1 + D_5)$  – расстояния между колоннами понизу и поверху.

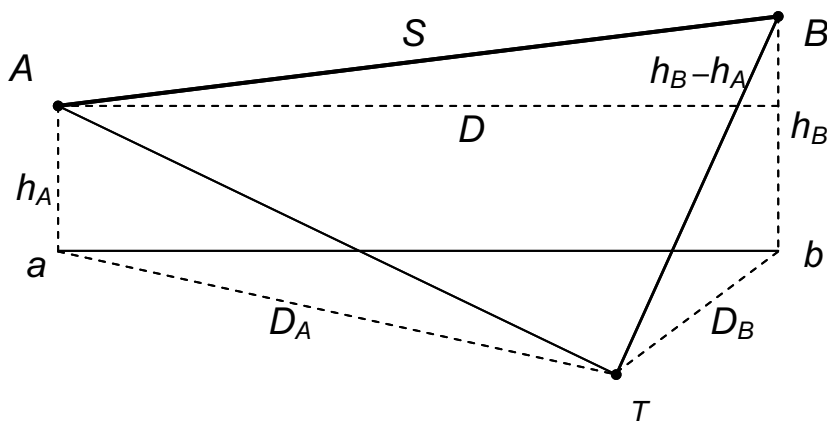


Рис. 8. Схема определения недоступного расстояния

При определении недоступного (труднодоступного) расстояния  $AB$  (между фермами, колоннами в ряду и пролёте, между подкрановыми рельсами и т. п.) можно с помощью клавиши  $SDh$  найти  $h_A$ ,  $D_A$ ,  $h_B$ ,  $D_B$ , а с помощью клавиши  $ONP$  тахеометра получить сразу наклонное расстояние  $S$ , горизонтальное проложение  $D$  и превышение  $h_B - h_A$  (рис. 8).

*Г. А. Шеховцов, Ю. Н. Раскаткин  
(ИИГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ И КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Здания и сооружения могут претерпевать различного вида изменения в своём пространственном положении – деформации. Перемещение объектов или их частей вниз называется осадкой, вверх – подъёмом или выпиранием (выпучиванием), в сторону – горизонтальным смещением или сдвигом.

Осадка зданий и сооружений бывает равномерная, которая со временем затухает и прекращается. Неравномерная осадка вызывает крены, прогибы, перекосы, кручения, трещины и разрывы объекта. Смещение сооружений в горизонтальной плоскости возникает от бокового давления воды, ветра, грунта и др. Высокие сооружения могут испытывать крен, изгиб, кручение под действием осадки, одностороннего солнечного нагрева, ветровой нагрузки. Цель геодезических наблюдений – получить численные данные, характеризующие абсолютные величины деформаций для осуществления мероприятий по предотвращению возможных разрушений. Различают систематические, срочные и специальные наблюдения. Систематические наблюдения проводятся по заранее установленному календарному плану. Если имеет место резкое изменение обычного хода деформации, то выполняют срочные наблюдения. Специальные наблюдения применяются для выявления причин возникновения деформаций.

Важным вопросом является установление необходимой точности геодезических измерений. Как правило, такая точность указывается в соответствующих нормативных документах в виде средней квадратической ошибки (СКО). В особых случаях требования к точности геодезических измерений могут быть получены путем специальных расчётов. С этой целью разработана концепция перехода от допусков СНиП к допускам на контрольные геодезические измерения, с последующим определением необходимой СКО.

При исследовании пространственного положения строительных конструкций зданий и сооружений могут применяться прямые и косвенные виды геодезических измерений, в которых измеряемые величины могут быть получены непосредственно или дистанционно.

На основании анализа существующих способов геодезического контроля пространственного положения строительных конструкций зданий и сооружений, разработана их классификация (см. рисунок). Она призвана ориентировать исследователей, во-первых, в широком спектре задач по определению деформаций инженерных сооружений и, во-вторых – в многообразии геодезических способов их решения с целью выбора оптимальных или разработки новых способов.

Все способы дифференцированы в шесть основных групп: 1) наблюдения за осадками сооружений; 2) определение горизонтальных смещений; 3) определение крена высоких зданий и сооружений башенного типа; 4) исследование пространственного положения строительных конструкций; 5) геодезическая съёмка подкрановых путей; 6) наблюдения за трещинами несущих конструкций.





Классификация способов определения деформаций инженерных сооружений

Так, осадки сооружений можно определять геометрическим, тригонометрическим или гидростатическим нивелированием. Наибольшее распространение на практике получил способ геометрического нивелирования с использованием высокоточных оптических и цифровых нивелиров.

В стесненных условиях могут применяться переносные гидростатические приборы типа шланговых нивелиров. Для непрерывного геодезического контроля известны стационарные гидростатические и гидродинамические системы с визуальным или дистанционным сбором информации. Однако применение гидросистем связано со значительными организационными и технологическими трудностями, поэтому случаи их использования единичны.

Для определения смещений дамб, плотин применяют в основном створный и триангуляционный способы наблюдений. Из других способов можно отметить способ измерения горизонтальных углов на контролируемых пунктах; совместное измерение горизонтальных углов с конечных пунктов створа и таковых на контролируемых пунктах; способ полигонометрии; применение непрерывных GPS-наблюдений.

Существует значительное количество способов определения крена высоких зданий и сооружений башенного типа:

- по разности отметок осадочных марок, установленных на фундаменте или цокольной части сооружения;
- вертикальное проектирование наклонным визирным лучом хорошо заметной верхней точки сооружения на горизонтальную рейку, закрепленную внизу сооружения;
- измерение горизонтальных углов на верхнюю точку сооружения;

- определение произвольных направлений или магнитных азимутов на образующие сооружения;
- определение прямоугольных координат (способ засечек) некоторой верхней точки сооружения.

Из других менее известных способов определения крена можно отметить: способ малых углов; способ горизонтальных и вертикальных углов; способ фоторегистрации; различные способы использования приборов вертикального проектирования.

Известны предложения по использованию наклономеров, микронивелиров, маятниковых кренометров, систем видеоизмерения, телевидения, GPS-приемников и электронных тахеометров.

Исследование пространственного положения стен, колонн, балок, ферм покрытия зданий и сооружений предусматривает выполнение различного вида геодезических измерений: определение расстояний между фермами покрытия зданий, между колоннами в ряду и пролёте; определение смещений опорных узлов ферм на оголовках колонн; определение стрелы прогиба конструкций; проверка вертикальности и соосности колонн и др.

Геодезическая съёмка подкрановых путей включает: определение планового положения подкрановых рельсов; определение ширины колеи подкранового пути; нивелирование подкрановых рельсов; измерение смещения рельса с оси подкрановой балки и расстояния от грани колонны до оси рельса и др.

Определение непрямолинейности рельсов может осуществляться: способом струнного, оптического, лучевого, фотограмметрического створа; с использованием базисных линий; с помощью подвижной марки; путем измерения малых углов.

Ширину колеи подкранового пути можно определять с помощью обычной рулетки, различных приспособлений и устройств или из линейно-угловых геодезических построений.

Нивелирование подкрановых рельсов осуществляется геометрическим, тригонометрическим, гидростатическим, комплексным методами или с использованием ориентированных горизонтальных оптических или лучевых створов.

Наблюдения за трещинами несущих конструкций могут производиться: простейшими измерениями; с помощью маяков (гипсовых, стеклянных, шкаловых, раздвижных металлических, с закладными металлическими частями); с использованием деформометра, щелемера, измерительных скоб, отсчётного микроскопа; дистанционно-оптическим методом.

Измерение деформаций методом фотограмметрии заключается в определении разности координат точек сооружения, найденных по фотоснимкам нулевого цикла и фотоснимкам последующих циклов. Стереофотограмметрический метод заключается в том, что наблюдаемый объект фотографируется с двух точек стояния, в результате чего получают пару перекрывающихся снимков, которые обрабатывают на стереоприборах.

В заключение отметим, что практически всем обычным методам геодезического контроля присущи недостатки, связанные с их зависимостью от застроенности территории, насыщенностью цехов технологическим оборудованием, необходимостью использования мостового крана, выходом наблюдателя на крановый путь или его подъёмом к оголовку колонн. Для их устранения нами были предложены практически в каждой из шести основных групп классификации новые дистанционные и фотографические способы, основанные на использовании разработанного на кафедре инженерной геодезии лазерно-зеркального устройства ЛЗУ, на применении электронного тахеометра и цифровых фотокамер.

**Э. Ф. Кочетова**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ОСОБЕННОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ И ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ**

Виды геодезических работ при строительстве прецизионных зданий и сооружений многообразны. В докладе рассмотрены вопросы создания плановой основы для их строительства и создание плановой основы на исходном и монтажном горизонте.

*Геодезическая основа строительства.* Инженерно-геодезические сети создаются поэтапно, с построением нескольких классов и разрядов. Плановой основой для выполнения инженерно-геодезических работ на территории городов служит опорная государственная геодезическая сеть. Класс государственной геодезической сети определяется плотностью застройки. При строительстве прецизионных сооружений (ускорителей заряженных частиц, высотных сооружений, радиотелескопов) создаются высокоточные сети микротрилатерации или микротриангуляции с очень короткими длинами сторон 25–50 м. Положение пунктов в этих сетях определяется с ошибкой 0,1–0,5 мм и точнее.

Применение сети проф. И. В. Зубрицкого, состоящей из четырехугольников без диагоналей, значительно сокращает объем измерения линий в условиях промышленных и строительных площадок.

Пункты этих сетей являются основой для вынесения главных осей (продольной и поперечной) высотного здания. Для типовых зданий и сооружений необходимая точность построения сети регламентируется в СНиП 11-02-96, СП 11-104-97. Для уникальных – методику и программу выполнения работ определяют на основе расчета точности. Главные и основные оси высотных зданий переносят в натуру с точностью по ГОСТ 27751-88. В соответствии с техническими условиями на строительство высотных зданий допустимая погрешность в положении узловых точек коммуникаций составляет 10 см. Принимая погрешность геодезических измерений 35 % от допустимой величины, рассчитаем необходимую точность построения плановой сети. Расчет точности начинают с выявления требований к сети и назначения допустимых искажений  $\delta_i$  [3]. Далее по заданной доверительной вероятности находят величину нормированного стандарта  $t$  и составляют систему неравенств:

$$\mu \leq \frac{\delta_i \cdot \sqrt{P}}{t}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – средняя квадратическая погрешность единицы веса;  $i = 1, 2, \dots, n$  – номер искажения в сети;  $P$  – вес функции, характеризующий искажения в сети.

После решения неравенств по полученному значению  $\mu$  осуществляют выбор методики измерений и назначают допуски для операционного контроля. где  $L_T$  – длина хода между пунктами полигонометрии;  $T_{cp}$  – знаменатель средней относительной погрешности;  $M$  – средняя квадратическая погрешность определения координат середины хода.  $T_{исх}$  в  $\sqrt{2}$  раз меньше погрешности в ходе.

Главные оси сооружения используют для проектирования строительной сетки на генеральном плане. Общий принцип построения геодезических сетей «от общего к частному» соблюдается и для создания геодезической основы для строительства.

Особенностью геодезических работ при строительстве крупнопанельных или каркасно-панельных высотных зданий является то, что по мере строительства здания прекращается видимость с пунктов внешней геодезической сети на фундамент. Для построения плановой основы на фундаменте используют методы микротрилатерации, микротриангуляции и полигонометрии (рис. 1).

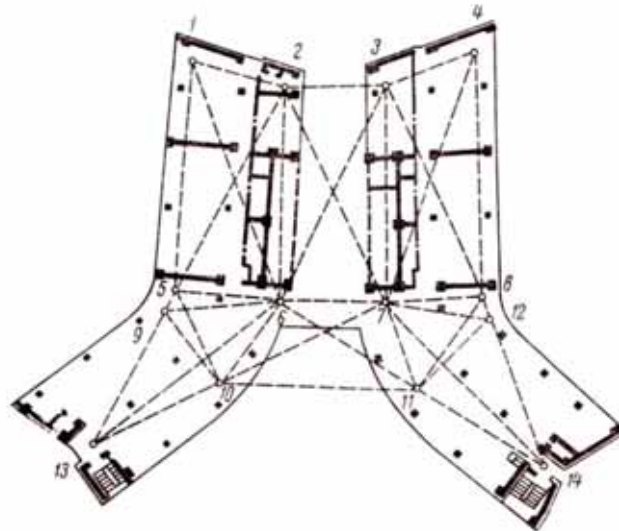


Рис. 1. Плановая основа на фундаменте административного здания в виде микротрилатерации (цепочка геодезических четырехугольников)

Плановая сеть на монтажных горизонтах строится аналогичным образом: в виде вытянутых прямоугольников, центральных систем и четырехугольников, вписанных в окружность многоугольников.

Расчеты необходимой точности выполняют в три этапа [1]. На первом этапе расчета выявляют требования к точности разбивки осей и устанавливают зависимости между допускаемыми отклонениями разбивки осей и допускаемыми искажениями различных элементов плановой сети на монтажном горизонте. Полученные зависимости представляют в виде неравенств. При создании плановых сетей на сооружениях кольцевого типа учитывают величину допускаемых радиальных смещений конструкций. Значения допускаемых отклонений выбирают из СНиП 3.01.03–84.

На втором этапе расчета полученные неравенства объединяют в систему, находят значение погрешности и единицы веса и рассчитывают необходимую точность измерений в сети. На третьем этапе расчетов определяют точность проецирования исходных точек и коэффициент понижения точности при переходе от сети на исходном к сети на монтажном горизонтах.

Отклонения осей колонн каркаса, несущих панелей и других частей сооружения от разбивочных осей допускается 3–5 мм. Следовательно, погрешность геодезических работ при установке этих конструкций или исполнительной съемки на этаже должна быть не более 2 мм (35 % допуска). Погрешность исходных геодезических данных – знаков поэтажной плановой геодезической (разбивочной) основы не должна превышать половины этого допуска, то есть 1 мм.



Рис. 2. Развитие поэтажной основы 21-этажного здания «Националь»

Переносить координаты пунктов разбивочной основы рекомендуется последовательно, на каждый возводимый ярус [4, рис. 2]. На кафедре инженерной геодезии ННГАСУ получена зависимость погрешностей проектирования от числа ступеней  $n$  и высоты сооружения  $H$  (проф. Шеховцов Г. А.). При высоте проектирования более 100–150 м ступенчатый метод дает в 1,5–2 раза более точные результаты по сравнению со сквозным проектированием. Погрешность ступенчатого проектирования будет минимальной, когда число ступеней

$$n = H/\rho \sqrt{(m_H^2 + m_B^2)/(m_{\text{Ц}}^2 + m_{\text{Ф}}^2)}. \quad (2)$$

Если  $n \leq 1$ , то измерение нужно выполнять сквозным проектированием;  $n \geq 2$  – необходимо применять ступенчатый метод вертикального проектирования.

Метод вертикальной плоскости рекомендуется для передачи на высоту до 50 м, выполняется теодолитом при двух положениях вертикального круга. Этот способ целесообразно применять при строительстве зданий малой и средней этажности (до 16 этажей) [1].

При использовании теодолита типа Т-2 погрешность проектирования составит 4 мм, теодолита типа ТЗ0 – в несколько раз больше.

Для переноса координат точек по отвесной линии методом вертикального проектирования применяют приборы различных конструкций. Особо можно выделить прецизионный зенит-лот PZL 100 (изготовитель «К. Цейсс, Иена»). Он относится к высокоточным оптическим центрирам. Центрир создан на базе нивелира Ni-007. На его основе создан оптический прибор FG-L100 (Sokkia), обеспечивает точность передачи координат точки на верхний монтажный горизонт 1 мм на 100 м, имеет оптико-механический компенсатор с воздушным демпфером, диапазон работы компенсатора  $\pm 10'$ . Точность передачи координат по вертикали характеризуется средней квадратической погрешностью (при одном положении прибора):

$$m_{\text{ср}} = \sqrt{m_{\text{Ц}}^2 + m_{\text{отв}}^2 + m_{\text{кол}}^2 + m_{\text{виз}}^2}, \quad (3)$$

где  $m$  – погрешности:  $m_{\text{Ц}}$  – центрирования,  $m_{\text{отв}}$  – приведения оси прибора в отвесное положение,  $m_{\text{кол}}$  – среднего случайного колебания визирной оси,  $m_{\text{виз}}$  – визирования.

Наряду с оптическими приборами применяют лазерные приборы вертикального проектирования с автоматической установкой линии визирования в вертикальное положение, то есть с компенсатором. Недостатками оптико-механических компенсаторов являются высокая чувствительность к вибрациям и сложность оптической системы приборов [2, 5]. Жидкостные компенсаторы в этом отношении имеют преимущество. Один из типов жидкостного компенсатора разработан на кафедре инженерной геодезии ННГАСУ (доц. Кочетов Ф. Г., доц. Кочетова Э. Ф.). Компенсатор, одна из ступеней которого выполнена в виде маятника, подвешенного на оси, связанной с корпусом через шарикоподшипники (рис. 3). С целью повышения точности стабилизации линии визирования в широком диапазоне он дополнительно снабжен второй ступенью в виде прямоугольной призмы с ампулой для жидкости, установленной на маятнике. На корпусе жестко закреплены полупентапризма и призма, отклоняющая лучи под углом  $45^\circ$ . Выходная грань полупентапризмы и входная грань призмы взаимно перпендикулярны и параллельны катетным граням прямоугольной призмы. Компенсатор стабилизирует визирный луч в горизонтальной плоскости и с устройством для вертикальной развертки лазерного луча может применяться в соответствующих приборах.

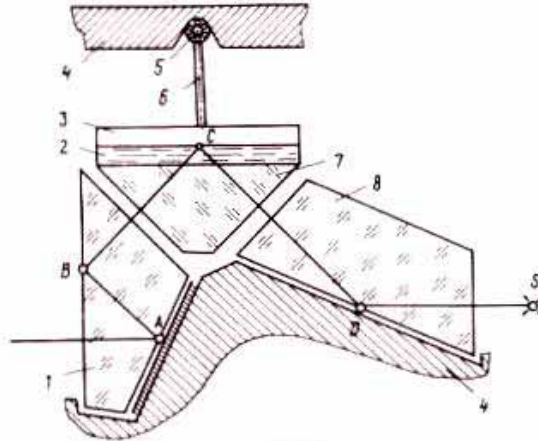


Рис. 3. Схема двухступенчатого жидкостного компенсатора: 1 – полупентапризма, 2 – жидкость, 3 – ампула для жидкости, 4 – корпус, 5 – шарикоподшипниковая подвеска, 6 – маятник, 7 – прямоугольная призма, 8 – призма, S – перекрестие сетки нитей

Метод вертикального проектирования является наиболее оптимальным по обеспечению точности передачи координат на монтажный горизонт (применялся при строительстве 21-этажного здания гостиницы «Националь», Московской телевизионной башни и др.)

#### Литература

1. Багратуни, Г. В. Справочник по геодезическим разбивочным работам / Г. В. Багратуни, В. Ф. Лукьянов, Я. А. Сокольский, А. Н. Сухов. – М.: Недра, 1982. – 128 с.
2. Каршай, Ф. Лазерные геодезические приборы в строительстве / Ф. Каршай, А. Б. Ключкин, М. Куруз – М.: Стройиздат, 1988. – 200 с.
3. Сундаков, Я. А. Геодезические работы при возведении крупных промышленных сооружений и высотных зданий. – М.: Недра, 1980. – 343 с.
4. Сытник, В. С. Геодезический контроль точности возведения монолитных зданий и сооружений / В. С. Сытник, А.Б. Ключин. – М.: Стройиздат, 1981. – 119 с.
5. Ямбаев, Х. К. Геодезический контроль прямолинейности и соосности в строительстве / Х. К. Ямбаев. – М.: Недра, 1986. – 264 с.

**В. Г. Лапин**

(ННГАСУ, Н. Новгород, Россия)

### **ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ ИНДУКЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОТЯЖЁННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Обоснована простая физическая модель, описывающая возникновение индукционных токов, вызванных низкочастотными геомагнитными возмущениями. Получено предельное значение для величины тока в протяжённых строительных конструкциях. Показано, что влияние этих токов пренебрежимо мало.

В недавних публикациях [1] исследовано влияние низкочастотных геомагнитных пульсаций на индукционные токи в строительных конструкциях и делается вывод о значительной величине этих токов, а значит о необходимости учёта их влияния на эксплуатационные свойства сооружений. Конкретно авторами указанной статьи рассматриваются «квази-синусоидальные» изменения магнитного поля с периодом 45–150 секунд и величиной до 100 нТл. Однако при расчётах индукционных токов

авторами работы используется формула (1), приведенная в [1], которая получена для «высокочастотного импульса», то есть неадекватна данной задаче. Более того, эта формула имеет очевидную ошибку, поскольку правая часть имеет неправильную размерность (измеряется в Кл=А\*с) и не может дать правильного значения тока. Наконец, эта формула имеет расходимость при угле падения волны, стремящимся к нулю, что связано с наличием в знаменателе синуса этого угла. Это означает, что формула получена при определённых ограничениях, которые авторы не обсуждают, но видимо, используют достаточно малое значение угла, чтобы получить достаточно большое числовое значение по этой формуле.

В качестве механизма воздействия индукционных явлений на строительные конструкции в цитированной статье указывается усиление коррозии. Однако даже протекание большого тока по металлическому проводнику не сопровождается химическими процессами, поскольку не связано с потерей электронов металлом, а возможность усиления электрохимических эффектов индукционными токами вызывает сомнение из-за квази-синусоидального характера возмущений. При таких процессах процессы окисления и восстановления должны протекать равноправно и суммарный эффект будет близок к нулю.

Таким образом, с нашей точки зрения, публикация [1] может ввести в заблуждение практиков и отвлечь их внимание на несущественные вопросы. Ниже мы на примере простой модели демонстрируем величину индукционных явлений в достаточно протяжённых строительных конструкциях.

Прежде всего, заметим, что в нейтральной атмосфере, где находятся все строительные конструкции, не существует магнитогидродинамических волн, которые упоминаются в статье [1]. На этих высотах геомагнитные возмущения представляют собой электромагнитные волны, распространяющиеся со скоростью света (300 тыс. км/с). Следовательно, длина волны-возмущения с указанными периодами будет составлять  $\lambda > 10$  млн км, то есть гораздо больше размеров Земли. Таким образом, низкочастотные возмущения можно считать однородными в пространстве для строительных конструкций любых размеров.

Согласно закону электромагнитной индукции ЭДС индукции, возникающая в замкнутом контуре, площадью  $S$ , определится выражением:

$$|\varepsilon| = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{S \cdot \Delta B}{\Delta t} \approx S \cdot \frac{10^{-7}}{100} = 10^{-9} \cdot S, \quad (1)$$

где подставлены пульсации магнитного поля  $\Delta B = 10^{-7}$  Тл и их характерное время  $\Delta t = 100$  с.

Как видим, значение ЭДС в контуре площадью  $1 \text{ м}^2$  крайне мало, если учесть, что при контактной разности потенциалов величины порядка 1 Вольта могут возникать на длинах порядка миллиметров. Однако для контуров больших размеров величина ЭДС возрастает. Наибольшими размерами среди строительных сооружений обладают вытянутые в одном направлении трубопроводы и линии связи. Поэтому рассмотрим прямоугольный контур с основанием  $a$  и высотой  $b$ . Выразим ток в контуре, используя закон Ома, и учтём при этом формулу (1), в которой  $S = ab$ , а сопротивление контура выразим через удельное сопротивление  $\rho$ , длину контура  $2(a+b)$  и сечение проводника  $s$ :

$$I = \frac{a \cdot b \cdot \Delta B}{R \cdot \Delta t} = \frac{a \cdot b \cdot \Delta B}{\rho \frac{2(a+b)}{s} \cdot \Delta t} \leq I_{\max} \quad (2)$$

$$I_{\max} = \frac{s \cdot b \cdot \Delta B}{2\rho \cdot \Delta t} = \frac{s \cdot b \cdot 10^{-2}}{1,7}$$

В полученной формуле максимальное (предельное) значение тока получено предельным переходом  $a \rightarrow \infty$ , а вместо  $\rho$  подставлено табличное значение для стального проводника. Нетрудно также видеть, что относительная ошибка замены точного тока на предельное значение имеет порядок  $b/a$ . Приведём оценку тока по формуле (2) для контура, состоящего из стального трубопровода с диаметром трубы  $d = 1$  м и толщиной стенок 10 мм ( $S = 0,03$  м<sup>2</sup>). В случае расстояния между трубами  $b = 50$  м, получим оценку  $I_{\max} = 0,01$  А.

Более универсальной величиной, не зависящей от площади проводника, является плотность тока:

$$j = \frac{I}{S} \leq \frac{b \cdot \Delta B}{2\rho \cdot \Delta t} = \frac{1}{3} \text{ А/м}^2. \quad (3)$$

Эта величина позволяет оценить объёмное энерговыделение, вызванное индукционным током, то есть энергию, выделяющуюся в единице объёма за время, равное периоду возмущения:

$$\frac{W}{V} = j^2 \cdot \rho \cdot \Delta t \leq \left( \frac{b \cdot \Delta B}{2\rho \cdot \Delta t} \right)^2 \cdot \rho \cdot \Delta t \approx 8 \cdot 10^{-7} \text{ Дж/м}^3. \quad (4)$$

Если вся выделяющаяся энергия идёт на нагрев вещества проводника, имеющего плотность  $\rho_m$  кг/м<sup>3</sup> и удельную теплоёмкость  $c$  Дж/(кг К), то составляя уравнение баланса тепла, получим выражение для изменения температуры проводника и вычислим, подставляя табличные величины для стали:

$$\Delta T = \frac{W}{V} \cdot \frac{1}{c \cdot \rho_m} \approx \frac{8 \cdot 10^{-7}}{500 \cdot 7,9 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-13} \text{ К}. \quad (5)$$

Полученное изменение температуры настолько мало, что не может быть измерено современными методами. Таким образом, энергетическое действие низкочастотных геомагнитных возмущений ничтожно мало.

Заметим, что в полярных областях геомагнитные возмущения сопровождаются вторжением в атмосферу Земли потоков заряженных частиц, обладающих большой энергией. Высокочастотное излучение этих частиц может привести в этих областях Земного шара к эффектам, большим тех, которые рассматривались в данном сообщении.

## Литература

1. Бархатова, О. М. Индукционный ток в протяжённых строительных коммуникациях, вызванный вариациями геомагнитного поля/ О. М. Бархатова.// 14-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки 2012»: труды конгресса в 2 т., Т.1 / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т.- Н.Новгород: ННГАСУ, 2013. – С. 204–209.



**Д. М. Лобов**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## УСИЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ

В процессе эксплуатации деревянных конструкций подверженных статическому изгибу, при длительном действии нагрузок возможно возникновение усушечных трещин в опорной зоне в направлении продольной оси элемента.

Восстановить несущую способность деревянного элемента в подобной ситуации можно с помощью углеродной однонаправленной ленты путем приклеивания её на боковую грань элемента под углом к волокнам по направлению площадок главных растягивающих напряжений.



Рис. 1. Схема усиления деревянных конструкций

Разрушение деревянного элемента с вышесказанной системой усиления, подверженного статическому изгибу, может произойти по одной из следующих причин:

- достижение прочности по нормальным напряжениям;
- разрыв углеродного волокна;
- скалывания клеевого шва, соединяющего углеродную ленту с поверхностью деревянного элемента.

Следовательно, в методику расчета элемента в области опорной зоны положены две проверки: 1) проверка прочности углеродного волокна на растяжение и 2) проверка прочности скалывания клеевого шва, соединяющего углеродную ленту с поверхностью деревянного элемента.

Расчет производится на усилие, возникающие в углеродном волокне, которое определяется как проекция сдвигающей силы на ось углеродного волокна. Сдвигающая сила определяется как сумма касательных напряжений, вычисленных по формуле Журавского в уровне усушечной трещины.

Для первичной оценки возможности применения данной системы усиления был проведен ряд экспериментов на малых образцах. Для испытания были изготовлены два образца составных балок длиной 720 мм общим сечением 20x40 мм из чистой древесины сосны. Совместная работа элементов составной балки обеспечивалась только за счет углеродной ленты, наклеенной под углом 30° на боковые грани балок. Расчетная схема установки для испытания приведена на рис. 2. Данный эксперимент имитирует элементы, нагруженные равномерно распределенной нагрузкой с продольными усушечными трещинами в середине сечения с вышесказанной системой усиления.

В ходе эксперимента был получен удовлетворительный результат, разница между теоретическими значениями прочности образцов и значениями, полученными в процессе испытания составила порядка 17 %.

Был сделан вывод об эффективности данного способа усиления и необходимости его дальнейшего изучения и совершенствования метода расчета. На рис. 3 показаны образцы до и после испытания.

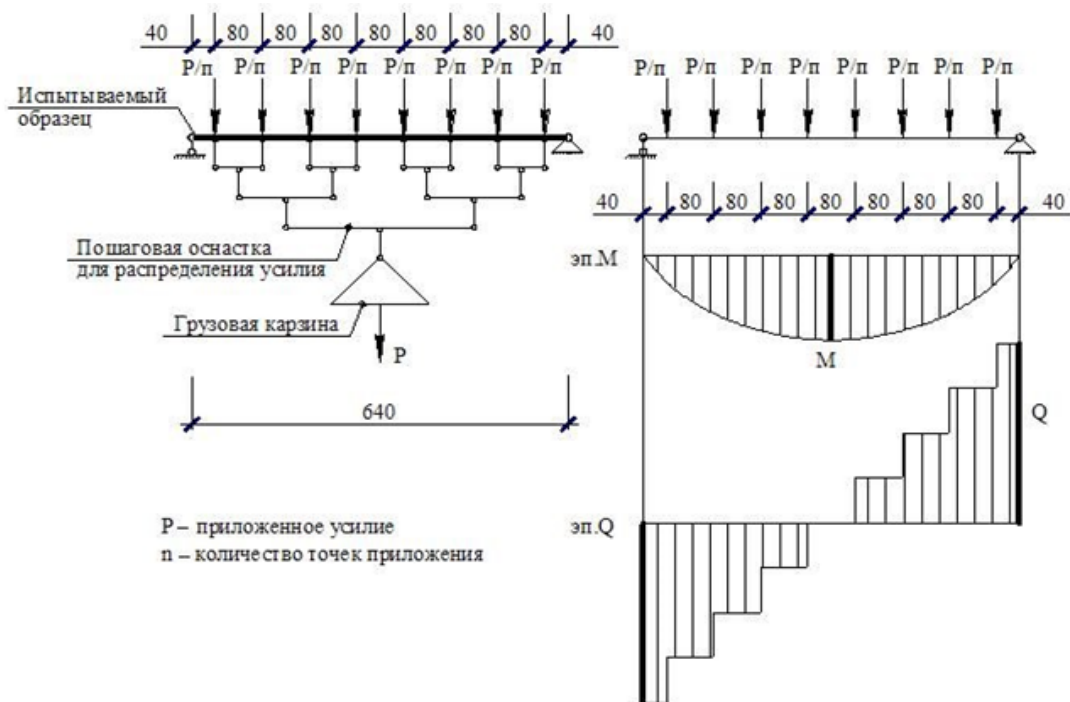


Рис. 2. Расчетная схема установки для испытания



Рис. 3. Образцы до и после испытания

Для проверки и дальнейшего уточнения данной методики расчета был поставлен эксперимент испытания деревянного элемента составного сечения на статический изгиб. Методика испытания была принята по аналогии с методикой ГОСТ 16483.3-84 [1].

Составные образцы были изготовлены из досок древесины сосны 2-го сорта сечением 50x100 мм длиной 1 600 мм, установленных на торец. Полный размер поперечного сечения составной балки составил 50x200 мм. Расстояние между опорами составило 1 500 мм.

Углеродная однонаправленная лента наклеивалась на боковые грани опорных зон балки по направлению площадок главных растягивающих напряжений под углом 30° к продольной оси элемента.

Испытания производились на механическом прессе с ценой деления 0,1 Н по двухточечной схеме приложения нагрузки. Расчетная схема установки для испытания приведена на рис. 4.

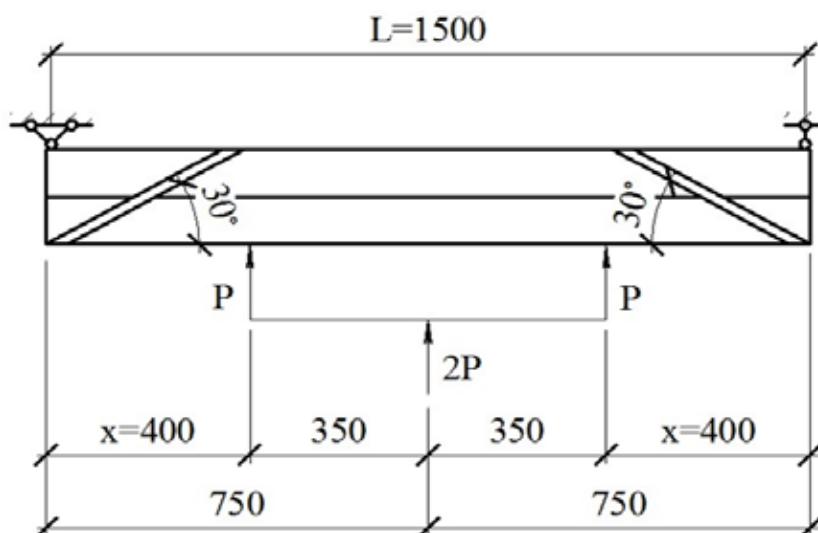


Рис. 4. Расчетная схема для испытания по двухточечной схеме

Для анализа методики расчета опорных зон деревянной составной балки необходимо, чтобы разрушение элемента происходило не по нормальным напряжениям в расчетном сечении, а по причине выхода из работы углеродной ленты (или от разрыва ленты, или от скалывания клеевого шва). С этой целью, оперируя значениями нагрузки и количеством углеродной ленты, были изготовлены 2 опытных образца с запасом прочности по нормальным напряжениям и недостатком прочности для 1-го образца углеродного волокна на растяжение, а для 2-го – недостатком прочности по скалывающим напряжениям клеевого шва.



Рис. 5. Фотография образца испытанного по двухточечной схеме

Разрушение первого образца должно было произойти по причине разрыва углеродного волокна, однако при проведении эксперимента произошло резкое отслаивание углеродной ленты, поочередно на каждой боковой грани. Это было вызвано незначительной непрямолинейностью боковых граней досок вследствие коробления при усушке. По этой причине углеродная лента после натяжения при приложении нагрузки может отрываться от древесины с дальнейшим нештатным выходом из строя всего узла. Данный эксперимент показал недостаток технологии усиления. Однако, поскольку углеродная ткань полноценно не включилась в работу, говорить о неэффективности методики определения предела прочности рано. Для устранения такого рода недостатка при усилении углеродным волокном по боковым

граням балки необходимо добиться абсолютно прямолинейной поверхности за счет шлифовки балки на участке приклеивания полосы.

Разрушение второго образца, как и предполагалось, произошло по причине скалывания клеевого шва при запланированной нагрузке.

#### Литература

1. ГОСТ16483.3-84 Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе.

2. Шуко, В. Ю. Клееные армированные деревянные конструкции / В. Ю. Шуко. – СПб.: ГИОРД, 2009. 128 с.

**А. В. Тихонов**

*(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

### **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

В настоящее время для усиления деревянных конструкций можно использовать композитные материалы – многослойные структуры, образованные комбинацией армирующих элементов (углеродные, арамидные, полиэфирные или стеклянные волокна) и связующего (матрицы). Наиболее эффективным элементом внешнего армирования являются композиты на основе высокомодульных углеродных волокон, поскольку при оценке совместной работы с древесиной большое значение имеет показатель соотношения модулей упругости материалов. Соответственно, чем выше коэффициент приведения (соотношение модулей упругости материалов), тем выше несущая способность составного элемента. Данный нюанс методики расчета рассматриваемого усиления учитывается исходя из предпосылок расчета армированных деревянных конструкций [1]. В основу данного расчета положена первая стадия (условно упругая) напряженно-деформированного состояния. При этом считается, что связь между древесиной и элементом усиления непрерывна по длине конструкции и обеспечивает их полную совместную работу на весь срок эксплуатации.

Углеволокно применяется в качестве элемента внешнего армирования и приклеивается на нижнюю кромку элемента, в зону растягивающих напряжений. В качестве связующего и для сцепления композита с поверхностью деревянных конструкций оптимально применять клеи на основе эпоксидных смол.

Опираясь на методику расчета армированных деревянных конструкций, где в качестве армирующего материала был взят слой (несколько слоев) углеродной ленты, были поставлены несколько предварительных экспериментов на малых образцах. Подробное описание эксперимента приведено в [2].

На основании экспериментальных данных, можно сделать вывод о том, что рационально используемый коэффициент армирования составляет порядка  $\mu = 5 \%$ , т. к. дальнейшее увеличение углеродного волокна к значительному приросту прочности не приводит.

При усилении деревянных элементов углеродным волокном несущая способность по нормальным напряжениям увеличивается до 40 % в зависимости от коэффициента армирования в расчетном сечении балки.

Предложенная методика расчета усиления деревянных конструкций основанная на расчете приведенного сечения в принципе справедлива и может быть использована для предварительных проверок несущего сечения. Да и расхождение между теоретическими данными и практическими результатами допустимо. Однако согласно всем предпосылкам данного метода расчета увеличение несущей способности в основном зависит от смещения нейтральной оси сечения, тем самым увеличивая площадь сжатой зоны древесины. Таким образом, при обеспечении прочности

клеявого шва и армирующего слоя, находящегося на нижней кромке усиливаемого элемента, несущая способность конструкции будет полностью зависеть от увеличения сжатой зоны древесины.

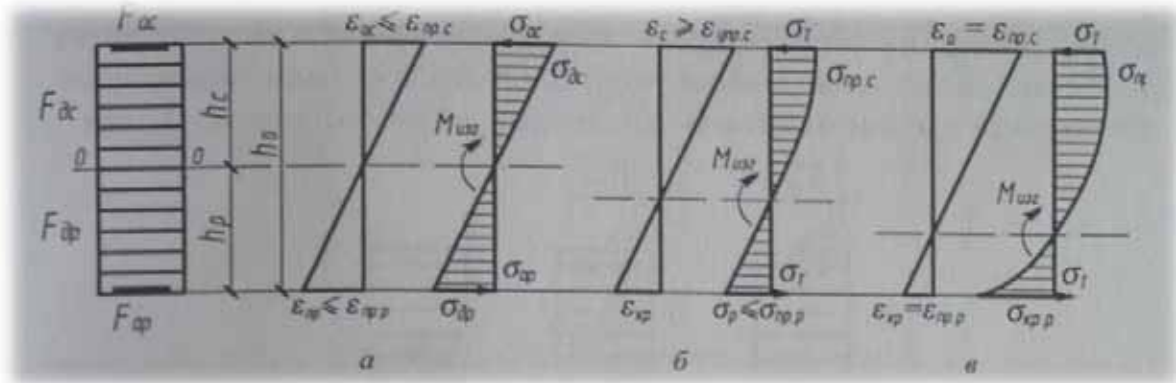


Рис. 1. Стадия напряженно-деформированного состояния армированного деревянного элемента при изгибе: а – 1-я стадия (условно упругая); б – 2-я стадия (упругопластическая); в – 3-я стадия (разрушения)

Соответственно для усиления более габаритных конструкций балочного типа при сохранении пропорций рационально используемого коэффициента армирования необходимо использовать значительно больший ресурс углеродной ленты, что в принципе может сильно сказаться на трудоемкости и экономической целесообразности.

Экономическую эффективность можно получить при использовании переменного армирования конструкций. По данной тематике были поставлены некоторые эксперименты, доказывающие возможность использования и реальную целесообразность применения данного типа усиления [3].

По данным эксперимента можно сделать вывод о том, что применение балок с переменным армированием по длине приведет к незначительной потере прочности и повышению деформативности по сравнению с балками с постоянным армированием, но при этом помогает экономить более 50 % армирующего материала.

Однако даже такой подход не сильно повлияет на снижение количества приклеенных слоев с малой поверхностной плотностью. К тому же, если проводить аналогию с усилением железобетонных конструкций, то после определенного слоя последующее увеличение слоев бессмысленно, поэтому в железобетонных конструкциях используют 1–2 монослоя с толщиной порядка 1,4 мм, что значительно влияет и на эффективность усиления и на экономические показатели.

Однако не стоит забывать про иностранный опыт. Зарубежные коллеги довольно успешно продвинулись в своих исследованиях.



Рис. 2. Усиление опорных балок моста с помощью углеродного волокна в преднапряженном состоянии в г. Син (Швейцария)

На рис. 2 показан фрагмент усиления деревянного моста. Несущие балки моста со временем (мосту 200 лет) начали прогибаться. В качестве элемента усиления применяется углеродная ткань компании «Sika». Деревянная поверхность зачищалась, и с помощью клея на эпоксидной основе в несколько слоев приклеивалось углеродное волокно, которое до момента схватывания держали в напряжении специальным домкратом. После чего соединение выдерживали под давлением в течении 48 часов и до полного высыхания клея – 72 часа. Через определенное расстояние были выставлены реперы, по которым с 1992 г. отслеживают прогибы конструкций.

Основная методика расчета балочных конструкций довольно схожа с аналогичным расчетом усиления железобетонных конструкций. Здесь рассматривается система изгибающего момента балки и пары сил (сжимающее и растягивающее усилие), которые создают момент сопротивления конструкции. В данной методике при обеспечении прочности материалов основным фактором будет удаленность сил друг от друга, т. е. расстояние между усилиями или «плечо». Таким образом, чем больше поперечное сечение деревянной конструкции, тем более эффективным будет усиление.

Данная методика, аналогично используемой в экспериментах для расчета армированных деревянных конструкций, имеет право на существование, справедлива и может быть применена для предварительных расчетов усиляемых конструкций. Однако точность предложенных методик с гарантированной обеспеченностью не выведена, поэтому говорить о том, какую методику целесообразнее применять, еще пока не ясно. Возможно, существует переходный вариант с обеспеченной точностью, когда целесообразнее поочередно использовать каждую из предложенных методик. Или существует неучтенный параметр, который подтверждает правильность применения обеих методик одновременно.

При этом стоит отметить, что экспериментальные усиления различных компаний (рис. 3), как в России, так и за рубежом, ведутся с определенной регулярностью, а это значит, что актуальность данная тематика ни сколько не теряет, а наоборот все больше и больше набирает популярность и темпы развития.



Рис. 3. Углепластиковые включения в несущие деревянные конструкции

Первостепенная задача данных исследований – создать или усовершенствовать методику усиления деревянных конструкций таким образом, чтобы это было не только экономически выгодно и целесообразно, но безопасно и надежно.

В связи с этим одним из определенных рисков безопасности является клеевое соединение. Опыт исследований железобетонных конструкций показывает, что разрушение образцов происходит лавинообразно, после резкого отрыва углеродного материала от нижней кромки конструкции.

Возможно, необходимо ввести инженерное ограничение на допустимую нагрузку в виде коэффициента на отрыв.

По тематике определения точности различных методик усиления деревянных конструкций будут проводиться дополнительные исследования с использованием тензометрических установок.

#### Литература

1. Щуко, В. Ю. Клееные армированные деревянные конструкции: Учебное пособие / В. Ю. Щуко, С. И. Рощина – СПб.: ГИОРД, 2009. – 128 с.
2. Крицин, А. В. Исследование деревянных элементов, усиленных углеродным волокном при статическом изгибе / А. В. Крицин, Д. М. Лобов, А. В. Тихонов // Приволжский научный журнал. 2012. № 4. – С. 55–60.
3. Лобов, Д. М. Особенности армирования деревянных элементов усиленных углеродным волокном при статическом изгибе./ Д. М. Лобов, А. В. Крицин, А. В. Тихонов // Известия КазГАСУ.– 2013. – № 2.

**А. Я. Лахов**

*(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

### **ВЗРЫВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА УНИКАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ**

В данной работе рассматривается первый этап решения задачи определения НДС строительных конструкций (деформаций, напряжений и разрушаемых элементов) под воздействием взрывной волны. Рассмотрено определение полей давлений от взрыва расположенного рядом взрывчатого вещества, воздействующего на геодезический купол системы «И».

Среди большинства материалов, применяемых в гражданском строительстве (бетон, сталь), сталь из-за ее более высокого отношения прочности к весу и очень высокой пластичности является главным материалом, который используется в случае воздействия динамической нагрузки. К таким динамическим нагрузкам обычно относят сейсмические нагрузки или соударения движущихся автомобилей со стоящими колоннами. В последние годы взрывное воздействие террористических бомб, так же как удары летящих осколков привели к смерти сотен и ранениям тысяч людей. Один из важных вопросов сегодня в гражданском строительстве заключается в увеличении безопасности, поэтому необходимо развивать новые методы расчетов и включать их в новые проекты и концепции строительства, так чтобы увеличить устойчивость на взрывное воздействие уникальных зданий и сооружений, которые имеют относительно высокую вероятность нападения террористов.

В качестве объекта исследования используется геодезический купол системы «И» [1]. Геодезическая разбивка системы «И» позволяет проектировать оболочки с минимумом числа типов ребер. Сети системы «И» таковы, что при любом отбрасывании ярусов сети краевой контур всегда представляет участок большого круга, т. е. все линии разбивки лежат в плоскости большого круга, что облегчает устройство опорного контура.

Моделирование было выполнено с помощью MSC/DYTRAN. Он имеет несколько решателей для того, чтобы рассчитывать задачи потоков газов и структурные динамические задачи с сильной нелинейностью как геометрической, так и материала. Для расчета взрывной волны в воздухе используется эйлеров решатель потоков. В данном расчете предполагается, что конструкция жесткая, так что структурная реакция не рассчитывается.

Вычислительная модель потребовала большой сетки, чтобы покрыть достаточное пространство вокруг сооружения, чтобы изменения границ не воздействовали заметно на решение в течение физического времени. Модель

состояла из 26 000 элементов в общей сложности с типичным размером клетки 0,7x0,7x0,7 м (трехмерные конечные элементы типа HEX). Сооружение было представлено 8 600 оболочечных элементов с типичным размером 0,2x0,2 м (двумерные конечные элементы типа CQUAD).

Взрывчатая нагрузка представлена как конечный объем воздуха с начальной плотностью и внутренним энергетическим эквивалентом, соответствующим взрывчатому веществу. Этот подход использовался в аналогичных исследованиях [2–4], где было доказано, что он удобен для эффективного вычисления взрывной волны. Начальный объем выбран таким, чтобы начальная плотность была выше минимальной величины. В выполненных вычислениях начальная плотность использовалась  $7,74 \text{ кг/м}^3$ . Форма нагрузки была сферической. Специфическая внутренняя энергия была задана  $1,29 \cdot 10^{10} \text{ J/kg}$ .

Результаты трехмерных вычислений взаимодействия взрывной волны с сооружениями представлены в форме цветных изображений, показывающих область давления в некоторые моменты времени. Эти изображения можно использовать, чтобы создать анимацию взрывной волны. В работе продемонстрировано только давление в зависимости от времени для исследованной области.

Выполнены трехмерные расчеты взаимодействия взрывной волны с уникальным сооружением в виде геодезического купола. Представлены результаты расчетов в виде расчетного давления. Использовалось относительно низкое разрешение данных расчетов, с относительно большими вычислительными ячейками 0,7x0,7x0,7 м. Далее планируется выполнить вычисления взрывного воздействия на геодезические купола с учетом конструктивной реакции в виде деформаций и разрушений.

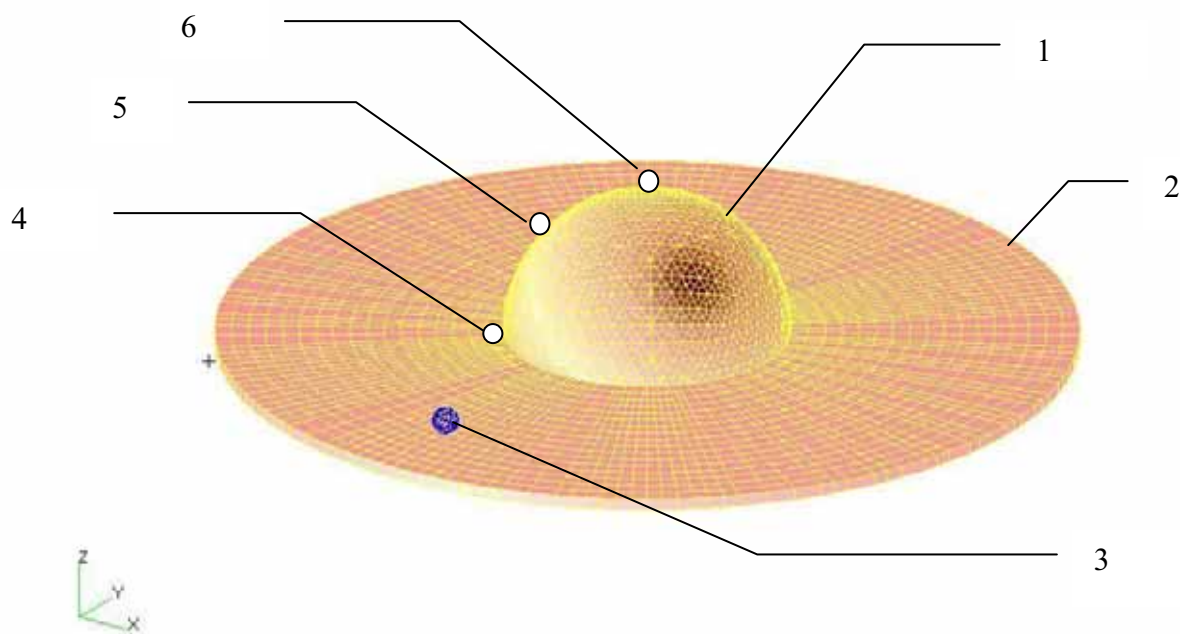


Рис. 1. Конечно-элементная модель исследованного объекта: 1 – купол, 2 – основание, 3 – взрывчатое вещество, 4, 5, 6 – выбранные точки (Elem 32285, 42691, 50500, соответственно)



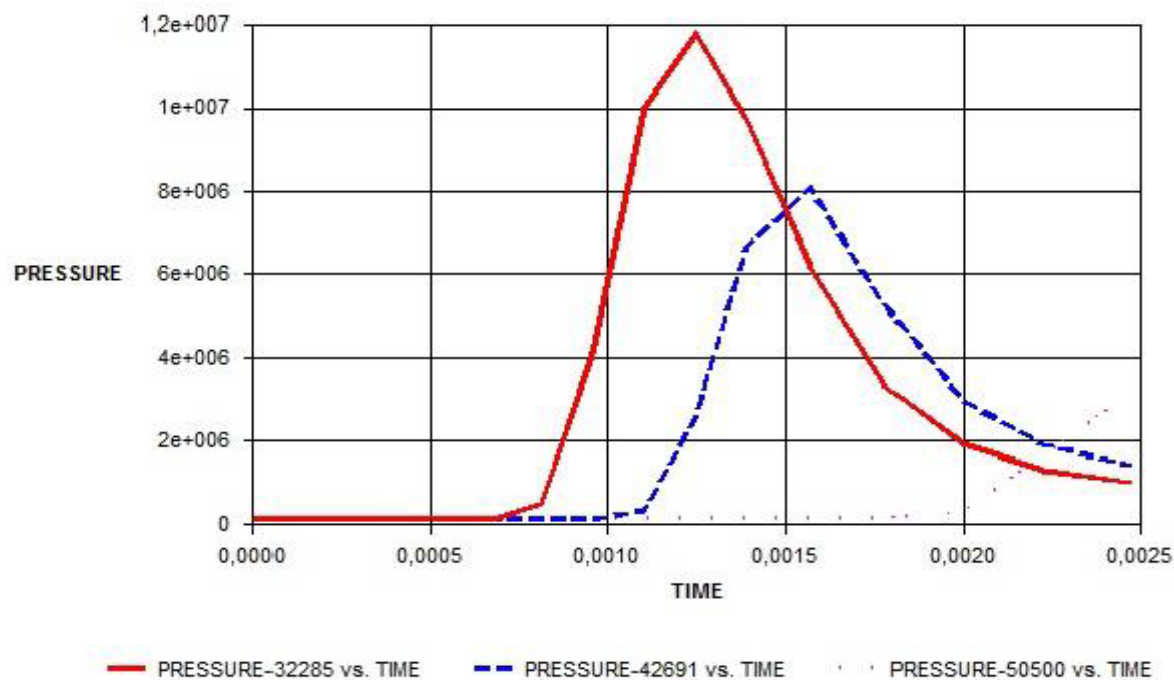


Рис. 2. Расчетное давление в выбранных точках в зависимости от времени

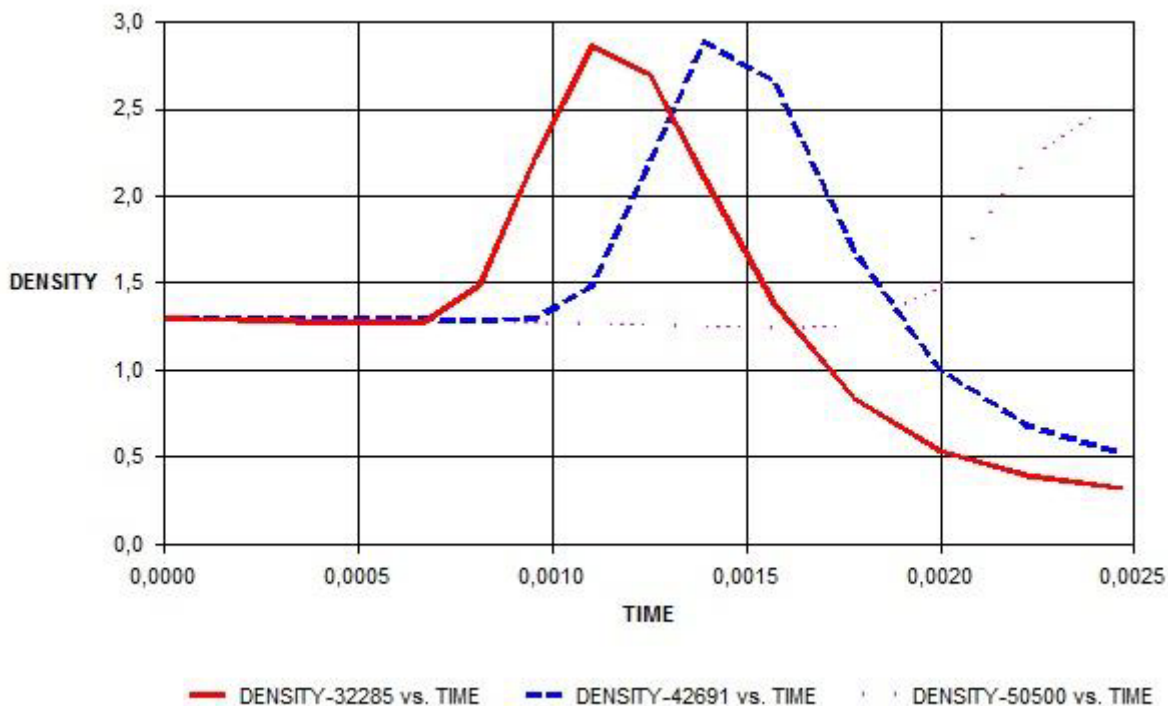


Рис. 3. Плотность в выбранных точках в зависимости от времени

### Литература

1. Павлов, Г. Н. Автоматизация архитектурного проектирования геодезических куполов и оболочек: монография / Г. Н. Павлов, А. Н. Супрун, Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2006, – 162 с.

2. A. Astoneh-Asl, J. Son, M. Rutner. Blast Resistansce of Steel and Composite Bridge Piers and Decks. Research Project. Department of Civil and Environment Engineering. University of California, Berckley.

3. E. Goodson, A. Astoneh-Asl. Use of MSC.Dytran in developing Blast Resistant Building Column. Research Project. Department of Civil and Environment Engineering. University of California, Berckley. 2004, #94.

4. J.Son, A. Astoneh-Asl, M. Rutner. Perfomance of Bridge Decks Subjected to Blast Load. 6-th Japanese-German-Bridge-Symposium, Munich, Germany, 2005.

**В. В. Толмачёв<sup>1</sup>, С. А. Махнатов<sup>1</sup>, М. М. Уткин<sup>1</sup>, Н. М. Шувалова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ОАО «Противокарстовая и береговая защита», г. Дзержинск,

<sup>2</sup> ННГАСУ, Н. Новгород, Россия)

### **ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ В КАРСТОВЫХ РАЙОНАХ**

К экологически опасным объектам следует относить, прежде всего, такие сооружения, как основные сооружения атомных электростанций и атомной промышленности, химических предприятий, нефтепроводы, полигоны захоронения промышленных отходов, крупные водохранилища и т. д. Их особенностью является то, что аварийные ситуации на таких объектах могут влиять на экологическое состояние больших территорий в течение продолжительного времени, соизмеримого с жизнью нескольких поколений. Поэтому при проектировании такого рода строительных объектов «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (384-ФЗ) предписывает учитывать аварийные расчётные ситуации, имеющие даже малые вероятности их возникновения. К сожалению, в большинстве подзаконных документов (СНиП, СП и др.), даже прошедших процедуру актуализации, это требование практически не развивается применительно к специфике отдельных видов сооружений и к территориям с конкретными опасными геологическими процессами. Неслучайно, в последнее время появился ряд публикаций [1, 2], в которых авторы предлагают свои подходы по решению этих проблем. Можно считать, что лишь нормативные документы, существующие в системе «Росатом», а также нормы МАГАТЭ направлены на обеспечение практически абсолютной безопасности экологически опасных объектов. Надо иметь в виду, что их нарушение в практической деятельности рано или поздно приведёт к аварийным ситуациям. По нашему мнению, некоторые положения этих документов полезно использовать также для разработки «Специальных технических условий» (СТУ) при проектировании других экологически опасных объектов. С учётом этого и нашей практики сформулированы десять положений, которые могли бы быть полезными при разработке таких СТУ применительно к закарстованным территориям (курсивом приведены некоторые наши комментарии к этим положениям).

1. Заказчик в техническом задании на проведение проектно-исследовательских работ должен указать характер и характеристики возможных экологических, социальных и экономических последствий при возможных авариях сооружений в результате тех или иных карстопоявлений. Эти характеристики могут выражаться количественно или хотя бы вербально. С учётом этого экспертным путём должна быть проведена оценка допустимого риска аварийных ситуаций.

*Как показала практика, большинство заказчиков, к сожалению, не в состоянии выполнить эту работу, несмотря на соответствующие требования ряда Федеральных законов.*

2. В результате инженерных изысканий должны быть (в соответствии с СП 116.13330 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных

геологических процессов») оценены все возможные в рассматриваемых условиях виды карстовой опасности, например:

- Карстоопасность типа А, обусловленная повышенной чувствительностью закарстованных территорий к загрязнению геологической среды, в том числе подземных вод. *(Этот тип карстоопасности является основным при проектировании полигонов захоронения отходов, шламонакопителей и т. п.)*. Во многих развитых странах именно карстоопасности типа А, по сравнению с другими типами карстоопасности, обоснованно отдаётся предпочтение. В районах покрытого карста геологическая среда особенно чувствительна к загрязнениям. Карстовые понижения земной поверхности часто используются в сельскохозяйственных и промышленных целях в качестве ям для сбрасывания различных отходов. Примером тому является шламонакопитель «Чёрная дыра», расположенный в промышленной зоне города Дзержинска Нижегородской области [6, 7]. Но нельзя забывать о разнообразии условий развития карста в различных районах. Нарушение естественных процессов, происходящих в карстовой среде способно коренным образом отразиться на общей экологической обстановке территорий в различном масштабе времени. Риски радиационного, бактериологического, химического загрязнений карстовой среды должны быть полностью исключены при создании проектов, хотя бы с той позиции, что оценить последствия таких загрязнений очень сложно. Проект поднятия уровня Чебоксарского водохранилища тому явное подтверждение [2, 7].

- Карстоопасность типа В, обусловленная вероятностями повреждения строительных объектов различными поверхностными карстопроявлениями (провалами, локальными и общими оседаниями, неравномерными осадками и др.). Известно, что недостаточный учёт этого обстоятельства едва не привёл к аварии на Ровенской АЭС [1, 3]. При проектировании особо ответственных сооружений отдельно должна быть оценена вероятность образования очень крупных провалов (более 30 м), защита от которых принципиально невозможна. *Эта вероятность, как правило, весьма мала, но она может быть вполне сопоставима с её допустимыми значениями, например, для таких объектов, как АЭС [4].*

- Карстоопасность типа С, обусловленная возможными осложнениями при строительстве и эксплуатации подземных сооружений и фундаментов глубокого заложения вследствие наличия и развития подземных карстопроявлений, особенно в сжимаемой толще оснований. Непонимание этой специфики закарстованных территорий нередко приводило к «неожиданным» авариям после многих лет эксплуатации сооружений.

*К сожалению, многие проектно-изыскательские организации упрощённо подходят к понятию «карстовая опасность», связывая её лишь с карстовыми провалами. Характерным примером в этом отношении является проект консервации шламонакопителя «Белое море» в г. Дзержинске.*

3. Закарстованные территории весьма чувствительны к различным техногенным воздействиям. Поэтому оценка карстовой опасности и риска во многих случаях просто не имеет смысла без должного учёта техногенных воздействий. Примером тому является образование крупных провалов на территории г. Березники, активизация провалообразования на Ровенской АЭС и на берегах Камского и Братского водохранилищ [5].

4. Осуществление противокарстовых мероприятий должно быть обязательным на протяжении всего жизненного цикла объекта. В связи с этим уже на стадии проектно-изыскательских работ должна планироваться система карстомониторинга с применением при необходимости стационарных сигнальных устройств.

5. Противокарстовые мероприятия должны иметь комплексный характер, включая как капитальные, так и регулярные эксплуатационные мероприятия.

6. Для предотвращения ошибок вследствие «человеческого фактора» (в том числе фальсификаций) необходимо планировать дополнительные объёмы изысканий,

научно-техническое сопровождение специализированными организациями и при необходимости аудит независимыми экспертами.

7. При назначении системы противокарстовых мероприятий целесообразно заимствовать принцип МАГАТЭ – «любые мероприятия, снижающие радиационный риск до допустимого уровня, следует считать приемлемыми». *По нашему мнению, такой принцип должен применяться и к другим видам экологического риска.*

8. При проведении работ нулевого цикла следует предусматривать специальное карстологическое обследование котлованов, в результате чего могут быть при необходимости пересмотрены проектные решения вплоть до отказа от расположения сооружения на данном участке.

9. Оценку карстовой опасности площадки, на которой существует сложная система карстовых полостей, осуществить весьма сложно. Именно по этой причине её следует исключить из дальнейшего рассмотрения.

10. Если в результате изысканий обнаружится некоторая неопределённость в интерпретации возможных карстопроявлений, то для дальнейшего проектирования следует выбрать те из них, которые являются более опасными. *Например, изыскательские организации в ряде случаев не могут точно определить генезис понижений земной поверхности, называя их «впадинами неясного происхождения», «полигенетическими» и т. д. В этом случае необходимо провести дополнительные исследования или признать их всё-таки «карстово-провальными» как наиболее опасными.*

Разумеется, в конкретных условиях названные десять положений могут корректироваться или дополняться новыми.

В заключение следует обратить внимание на два обстоятельства.

1) Существующая в Федеральных законах трёхуровневая классификация сооружений по ответственности сооружений (повышенный, нормальный, пониженный уровни) не вполне отвечает практике обеспечения безопасности строительных объектов. Считаем целесообразным увеличить число уровней ответственности, хотя бы до четырёх. Эти уровни рекомендованы в СТО 36554501-014-2008 «Надёжность строительных конструкций и оснований» (особо высокий – для экологически опасных объектов, высокий, нормальный, пониженный).

2) Отсутствие территориальных нормативов по строительству в карстовых районах отрицательно сказывается на безопасности территорий, сооружений и населения. Это обусловлено разнообразнейшими условиями развития карста на территории России. Для многих закарстованных территорий принципиально невозможно использовать те положения, которые формулируются в существующих сводах правил. Отмена территориальных строительных норм для регионов с опасными процессами была явной ошибкой.

## Литература

1. Дудлер, И. В. Методология инженерных изысканий для особо опасных, технически сложных и уникальных объектов / И. В. Дудлер, Н. М. Хайме, С. П. Лярский // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, № 2, 2013. С. 115–129.

2. Прогнозирование активизации карстовых и карстово-суффозионных процессов, вызванной подъёмом уровня Чебоксарского водохранилища / В. В. Толмачёв, В. П. Хоменко, Л. В. Тюрина, Н. А. Ценёва // Труды конгресса «Великие реки» / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2007. С.371–373.

3. Толмачёв, В. В. Учёт карстовой опасности при выборе площадок размещения АЭС в свете нормативных требований Атомэнергонадзора и МАГАТЭ / В. В. Толмачёв // Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии / Сергеевские чтения, вып.12. – М.: изд-во «РУДН». 2010. С.182– 86.

4. Толмачёв, В. В. Карстовый мониторинг как основа изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий Нижегородской области/ В. В.Толмачёв, Р. Б. Давыдько // Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии/ Сергеевские чтения, вып.14. – М.: изд-во «РУДН». 2012. С. 78–82.

5. Дублянская, Г. Н. Теоретические основы изучения парагенеза «карст – подтопление» / Г. Н. Дублянская, В. Н. Дублянский. – Пермь: ПГУ, 1998. 304 с.

6. Копосов, Е. В. Геоэкологическая оценка техногенного загрязнения подземных вод в карстовых районах : монография / Е. В. Копосов; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2010. – 164 с.

7. Махнатов, С. А. Анализ последствий недопустимого влияния управленческого интереса при принятии инженерных решений на закарстованных территориях/ С. А. Махнатов, М. М. Уткин, Н. М. Шувалова / Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии/ Сергеевские чтения, вып.15. – М.: изд-во «РУДН». 2013. С. 124–129.

**С. А. Махнатов<sup>1,2</sup>, Н. М. Шувалова<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup> ОАО «НИИ ПТМ № 17»; <sup>2</sup> ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ПРОЕКТА МЕТРОПОЛИТЕНА

Со стремительным развитием Нижнего Новгорода тема освоения подземного пространства становится всё более актуальной. Продление веток метрополитена в этом плане выходит на первый план. При принятии проектных решений возникает необходимость оценки риска развития опасных геологических процессов. А именно для заречной части города в этом плане имеет значение проблема карстовой опасности.

В исследованиях, проведённых Е. В. Копосовым [1], было доказано, что карстовые провалы приурочены к зонам заречной части города Нижнего Новгорода, где мощность глинисто-мергелистых отложений в основном не превышает 15–17 м и где существуют условия для взаимосвязи грунтовых и трещинно-карстовых подземных вод. Геологическое строение территории строительства в заречной части Нижнего Новгорода схематично представлено на рисунке.

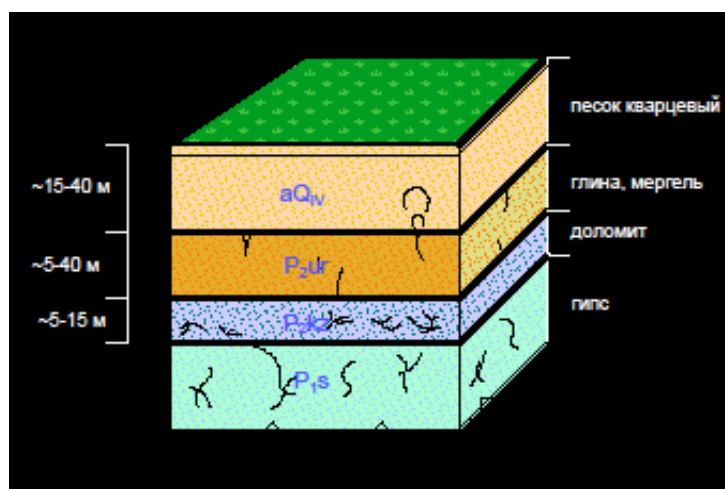


Рис. 1. Схематическое геологическое строение территории ветки метрополитена в заречной части Нижнего Новгорода

Вся покрывающая гипсы грунтовая толща в разной степени является трещиноватой с включениями средне- и малорастворимых линз тех же гипсов. Подземные воды, помимо грунтовых вод, представлены трещинно-карстовым и глинисто-мергелистым водоносными горизонтами, которые являются сильно напорными. Через трещины в покровной толще (водоупорах) существует вероятность взаимного обмена между горизонтами. Этот фактор влияет на загрязнение трещинно-карстовых вод и ускорение растворения карстовых пород. Помимо этого существует связь между грунтовыми и глинисто-мергелистыми водами, а также грунтовыми и поверхностными водами. Песчаная толща с точки зрения карстовой опасности при определённых условиях подвержена суффозии, пливунным образованиям и т. д. Всё это создаёт естественный фон карстовой опасности в заречной части Нижнего Новгорода.

Для объектов метрополитена согласно «Рекомендациям..2012» и СП 116.13330.2012 «Инженерная защита..» [9, 11] выделяются типы карстовой опасности в порядке важности:

- **Карстоопасность типа С.** На основании исследований Толмачева В. В. и Ценёвой Н. А. [5] проанализированы возможные аварийные ситуации, связанные с проходкой и эксплуатацией тоннелей. Установлено, что в районах покрытого карста, как Нижний Новгород, подобные явления могут быть спрогнозированы, но необходимо более тщательное изучение воздействия грунтовых деформаций на обделку тоннелей и анализ перераспределения напряжённо-деформированного состояния грунтового массива при проходке и эксплуатации тоннелей. Установлено, что удельный риск (вероятность) поражения объекта метрополитена карстовой деформацией (провалом) для территории подобной северу заречной части города мал по сравнению с его южной, однако в случае его активизации последствия будут катастрофическими. Сопоставляя карстовый риск с допустимым [4, 9], возможно сделать вывод о целесообразности проведения мероприятий, предотвращающих любые деформации. Это не противоречит ряду федеральных законов № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» и ЕВРОКОД.

В зарубежной и отечественной проектных практиках установлено разнообразие сценариев развития аварийных ситуаций при различных геологических и гидрогеологических условиях [2, 12, 13, 14]. Вот некоторые примеры аварий:

1. При проходке тоннеля «Уека» в Хорватии была встречена огромная зона карстовых каверн 175 м длиной, 70 м шириной в 60 м от проходки тоннеля и приблизительно 40 м шириной и 55 м высотой в остальных участках (Р. Milanovich, 2000). Мерами для укрепления тоннеля послужила «вторая кожа» – закачка бетонной смеси (150 кг цемента на 1 м<sup>3</sup> породы);

2. Во Франции при проходке канализационного тоннеля Люк дю Бурже произошло обрушение пластичной глины в толще закарстованных известняков из-за перераспределения напряжённо-деформированного состояния породного массива:

- **Карстоопасность типа А.** Загрязнение геологической среды способствует активизации карстово-суффозионных процессов, снижая удельное сцепление между частицами грунтовых массивов [1]. Характерным примером служит строительство тоннеля в Нижнем Новгороде в районе станции метро Пролетарская, где ранее до постройки тоннеля находился ряд объектов, на территории которых производился неконтролируемый сброс отходов непосредственно на неподготовленную для этих целей площадку. Результатом послужило проникновение отходов вглубь грунтового массива, что было зафиксировано впоследствии рабочими при прокладке тоннеля.

Ещё одним примером служит барражный эффект из-за создания на уровне водоносного горизонта искусственного вертикального водоупора (например, тоннеля метрополитена), мешающего естественной разгрузке подземных вод.

- **Карстоопасность типа В.** Карстовые деформации на земной поверхности, помимо естественного проявления, могут быть связаны с возведением и

последующей эксплуатацией тоннеля. В данном случае важно отметить, что *карстоопасность типа В*, как и *типа А*, напрямую связана с *карстоопасностью типа С*.

Характерным примером может послужить образование двух провалов (максимальным диаметром 3 м), образовавшихся из-за проходки тоннеля «Dodoni» в северной Греции. Провал произошел с глубины 100 м, где располагался сам тоннель.

В мировой практике оценки карстового риска для подземных сооружений отмечены тенденции развития их методов, что в явной степени отражается на проектных работах. Это облегчает обоснование целесообразности проекта. В таблице приведены наиболее развитые методы.

**Примеры оценки карстовой опасности  
для объектов подземного строительства из зарубежной практики**

Автор(ы)/ Страна	На чём основывается	Параметры
M. Filipponi, P.Y. Jeannin, A. Parriaux / Switzerland (Швейцария)	Выявление возможных проблем для тоннеля: 1) трещиноватых зон; 2) наличие грунтовых вод; 3) заполнение полостей водой	Karst ALEA (с франц. ALEA, с англ. hazard – риск или опасность) 6 уровней риска (выделены основные комбинации по основным возможным проблемам для тоннелей)
Paul G. Marinos /Greece (Греция)	При условии прохождения тоннеля в известняках выделять и контролировать: 1) параметры горного массива; 2) наличие грунтовых вод; 3) наличие карстовых полостей	«Risk Sharing Package» или распределение риска. Выделены 3 основных параметра с различными условиями

Для проектирования в районах покрытого карста подобного опыта не было никогда. Известна только лишь одна международная конференция EUROCK 2009, посвящённая освоению подземного пространства непосредственно в скальных карстующихся породах.

Из проанализированной современной нормативно-правовой литературы можно выделить следующее:

- многие из примеров оценки карстовой опасности для объектов подземного строительства на сегодня являются неактуальными для того, чтобы отвечать требованиям современных проектных организаций в РФ. Примером тому являются действующие «Рекомендации...» 1987 года [7], где проблема карста для метрополитена даже не отражена, а также СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений», где часть задач проектирования с учётом карстовых оседаний и просадок решается методами расчёта и проектирования для подрабатываемых территорий;

- необходимо научиться с разумной точностью выявлять зону взаимодействия подземного сооружения (метрополитен) и геологической среды;

- становится актуальной задача об адаптации зарубежного опыта иностранных методов и модернизации уже имеющихся отечественных.

Несколько выводов по проведённому исследованию:

- районы покрытого карста особенно чувствительны к загрязнениям геологической среды. Последствия дают о себе знать спустя некоторое время;

- для организаций, заинтересованных в реализации проекта необходимо создать алгоритм по оценке ущербов от карстовых явлений и защите от них. Создание региональных документов, рекомендаций и специализированных инструкций и руководств [5,6,7,8,9], где излагаются основные положения, касающиеся прикладного использования в проектно-изыскательской практике, поможет комплексно решать

вопросы по планированию, проектированию и строительству метрополитенов с учётом карстовой опасности.

– отдельно стоит проблема прогнозирования образования крупных карстовых провалов, против которых инженерная защита невозможна. Строительство особо ответственных объектов в таких районах, по мнению авторов, недопустимо.

– для объектов, находящихся в зоне взаимного влияния тоннеля и геологической среды, необходимо определять остаточный риск.

#### Литература

1. Копосов, Е. В. Геоэкологическая оценка техногенного загрязнения подземных вод в карстовых районах: монография / Е. В. Копосов, С. Е. Копосов; Нижегород. гос. архит.-строит. у-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2010. – 164 с.

2. Куликова, Е. Ю. Подземная геоэкология мегаполисов / Е. Ю. Куликова. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2005. – 480 с.

3. Толмачёв, В. В. Проблемы строительства и эксплуатации метрополитенов на закарстованных территориях (на примере Нижегородского метрополитена) / В. В. Толмачёв, Н. А. Ценёва // Подземный город: геотехнология и архитектура: Доклады и выступления. – М., 2009.

4. Толмачёв, В. В. Оценка рисков при строительстве в карстовых районах / В. В. Толмачёв, С. А. Махнатов, М. М. Уткин // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций. XI научно-практическая конференция. 5–6 октября 2011 г. Доклады и выступления. – М.: Центр «Антистихия» МЧС России, 2011, С. 282–290.

5. Толмачев, В. В. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий: под ред. проф. Сорочана Е. А. / В. В. Толмачев, Г. М. Троицкий, В. П. Хоменко. – М.: Стройиздат, 1986.

6. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов, Упр. МП-1, г. Москва, 1984 г.

7. Рекомендации по использованию инженерно-геологической информации при выборе способов противокарстовой защиты / ПНИИИС. – М.: Стройиздат, 1987. – 80 с.

8. Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москвы / под ред. д. г.-м. н. А. Л. Рагозина / ГУ ГО ЧС г. Москвы. – М.: Изд-во ГУП НИАЦ, 2002. 49 с.

9. Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях – Н. Новгород, 2012.

10. СП 32-105-2004 Метрополитены.

11. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.

12. Filipponi M. Rock Engineering in Difflcult cround conditions – soft Rocks and Karst – Vrkljan (ed) Taylor & Francis Group, London, 2010.

13. Marinos P. Tunneling and mining in karstic terrane: an engineering challenge, Geotechnical and Environmental Applications of Karst Geology and Hydrogeology, Back and Herring (eds), Lisse, 2001.

14. Sowers G., Building on sinkholes /ASCE, New York, 1996.



**А. И. Колесов, И. А. Ямбаев, Д. А. Байков**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ АКАДЕМИКА В. Г. ШУХОВА**

За период 2008–2011 гг. специалистами кафедры металлических конструкций ННГАСУ было выполнено исследование технического состояния ряда объектов, запроектированных и построенных при непосредственном участии академика В. Г. Шухова.

Всего обследованы 4 объекта, расположенные в Нижегородской области: 2008 г. – гиперболоидная сетчатая опора перехода ЛЭП НиГРЭС через р. Оку [1]; 2009 г. – листопрокатный цех на территории ОАО «ВМЗ» (г. Выкса) [2]; 2009 г. – гиперболоидная сетчатая башня пожарной каланчи напротив деревни Ляхово (Балахнинский район) [3]; 2011 г. – водонапорная башня на территории ОАО «ВМЗ» (г. Выкса) [4]. Все объекты, обследованные специалистами кафедры металлических конструкций, планировалось либо реставрировать, либо транспортировать для сохранения и консервации.

Сегодня наиболее остро проблема сохранения стоит перед уникальным объектом – бывшим листопрокатным цехом с покрытием из сетчатой оболочки двойкой кривизны – изобретением В. Г. Шухова.

Листопрокатный цех, расположенный на территории ОАО «ВМЗ» г. Выкса Нижегородской области, построен по проекту Владимира Григорьевича Шухова в 1897–1898 гг.

В плане цех представляет собой прямоугольник с размерами 38 400 x 72 900 мм. Высота цеха – 12 250 мм от уровня стальной опорной плиты до верха арки. Сейчас цех не используется по назначению и основная его ценность заключается в том, что это уникальный объект культурного наследия и памятник инженерного искусства.

Как отметил один из членов международной комиссии по Шуховскому наследию инженер Ковельман Г. М.: «К числу наиболее интересных и оригинальных конструкций, созданных Шуховым, следует отнести покрытие на Выксунском заводе. Впервые в мировой строительной практике Шухов продемонстрировал возможность компоновать пространственное прямоугольное в плане покрытие двойкой кривизны из однотонных стержневых элементов».

Его оригинальность можно выразить в следующем:

1. Покрытие цеха выполнено в виде Металлического сетчатого свода двойкой кривизны, опирающегося на трехшарнирные сквозные арки. Все стержни покрытия выполнены из прокатных профилей. Сетчатые своды выполнены из несколько изогнутых Z-образных профилей, соединенных с арками посредством фасонки. Z-образные профили, перекрещиваясь в двух уровнях и соединяясь посредством заклепок, образуют жесткую геометрически неизменяемую оболочку.

2. Арки, на которые опирается сетчатый свод, выполнены сквозными из прокатных уголков и листа. В середине пролета выполнен ключевой шарнир в виде двух листов, накладок и шпильки. Верхний пояс арки – ломаная, вписанная в дугу значительного радиуса близкую по очертанию к квадратной параболе. Такая форма верхнего пояса арки выбрана для оптимизации усилий и сокращения металлоемкости каркаса. В. Г. Шуховым было доказано, что оптимальным очертанием арочной конструкции является квадратная парабола, но так как конструктивно это выполнить было достаточно сложно, в качестве формы покрытия цеха была взята дуга близкая по очертанию к параболе. Опирание арок на фундамент выполнено также шарнирным.

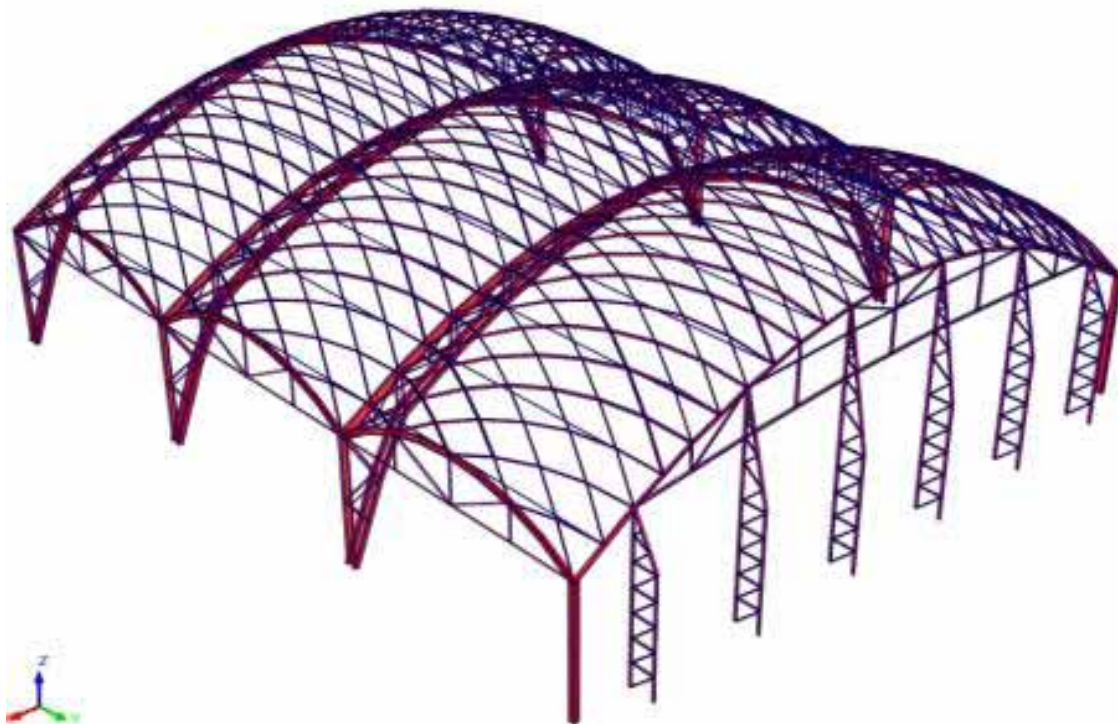
3. Распор, возникающий в сетчатом своде, воспринимает затяжки, выполненные из круглой стали и примыкающие к верхнему поясу арок в каждом втором опорном узле сетчатого свода.

4. Фахверк по торцам цеха выполнен в виде сквозных двухветвевых стоек. Фахверк воспринимает нагрузку от опирающегося на него крайнего сетчатого свода, так как по торцам цеха трехшарнирные арки отсутствуют. Фахверк и система торцевых связей обеспечивают жесткость торцевой сплошной арки с ломанным поясом, вписанным в параболическую дугу.

5. По верхним поясам Z-образных профилей уложены уголки (решение В. Г. Шухова), присоединенные к Z-образным профилям заклепками, и круглые трубы (поздняя реконструкция). По уголкам и трубам укладывалась кровля.

6. Уникальная, легкая и эстетически красивая конструкция покрытия давала выигрыш в металле до 30 % по сравнению с обычными стропильными фермами, образуя при этом большое просторное помещение для размещения технологического оборудования. К интересным инженерным решениям, реализованным В. Г. Шуховым в проекте, можно отнести конструкции фахверка, включенные в общую работу каркаса и воспринимающие распор и вертикальное давление от покрытия при отсутствии в каркасе торцевых сквозных арок.

7. В настоящее время конструкции покрытия цеха могут пока воспринимать только нагрузки от собственного веса.



Расчетная схема листопркатного цеха, расположенного на территории ОАО «ВМЗ» г. Выкса Нижегородской области

Проверочные расчеты конструкций цеха, выполненные специалистами кафедры МК ННГАСУ в 2009 году, на полные расчетные нагрузки с учетом собственного веса кровли и снега показали на *неудовлетворение* требованиям современных норм.

В результате выполненного натурного обследования сделаны следующие выводы:

1. По техническому состоянию основных несущих и ограждающих строительных конструкций бывшего листопркатного цеха ОАО «ВМЗ» конструкции инженера В. Г. Шухова г. Выкса Нижегородской области:

– основные несущие и ограждающие строительные конструкции не полностью удовлетворяют требованиям норм по качеству конструкционных материалов [3].

– стальные элементы цеха отвечают условиям прочности на существующие нагрузки на момент обследования (без кровли);

– стальные элементы цеха не будут отвечать условиям прочности на нагрузки от собственного веса холодной (неутепленной) кровли и снега.

2. В соответствии с проведенными проверочными расчетами конструкций:

– стальные элементы сетчатых сводов цеха отвечают условиям прочности на существующие на момент обследования нагрузки (собственный вес конструкций), кроме стальных элементов цеха с погибями (без кровли);

– стальные элементы сетчатых сводов цеха не будут отвечать условиям прочности на нагрузки от собственного веса кровли и снега;

– стальные элементы трехшарнирных арок цеха отвечают условиям прочности на существующие на момент обследования нагрузки (собственный вес конструкций), кроме стальных элементов покрытия цеха с погибями (без кровли);

– стальные элементы трехшарнирных арок цеха не будут отвечать условиям прочности на нагрузки от собственного веса кровли и снега;

– стальные элементы торцевого фахверка цеха отвечают условиям прочности на существующие на момент обследования нагрузки (собственный вес конструкций), кроме стальных элементов покрытия цеха с погибями (без кровли);

– стальные элементы фахверка цеха не будут отвечать условиям прочности на нагрузки от собственного веса кровли и снега;

3. По результатам оценки технического состояния строительных конструкций бывшего листопрокатного цеха безопасная эксплуатация несущих конструкций цеха допустима с учетом выполнения:

– работ по усилению и ремонту конструктивных элементов с повреждениями и дефектами;

– работ по остановке деструктивных процессов и процессов коррозии металла конструкций;

– работ по антикоррозионной защите конструкций;

– работ по консервации цеха либо по проведению реконструкции с выполнением кровли (с усилением элементов конструкций, не удовлетворяющих требованиям современных норм по прочности устойчивости);

4. Демонтаж примыкающих к листопрокатному цеху зданий следует выполнить только после усиления конструкций и выполнения рекомендаций Приложения 3 (Дефектная ведомость) [4] по листопрокатному цеху. Демонтаж конструкций соседних зданий выполнить до оголовков фундаментов, фундаменты зданий законсервировать.

В настоящее время конструкции бывшего листопрокатного цеха находятся под открытым небом. В представленной документации имеются сведения о коррозии элементов конструкций в 1972 г. Учитывая новые натурные замеры, выполненные специалистами ННГАСУ в 2009 г, в процессе проведения обследования, показана скорость коррозионных процессов стали цеха и остаточный ресурс конструкций покрытия цеха.

В отчете 1972 г. приводится процент коррозии элементов арок и сетчатой оболочки – 20 %. В настоящее время по разным конструктивным элементам величина коррозии составляет от 23 до 100 %. Величина коррозии по несущим элементам покрытия цеха составляет около 50 %.

Учитывая возможное снижение величины остаточного ресурса, можно сделать вывод, что остаточный ресурс конструкций покрытия цеха составит до 5 лет.

Из четырех объектов, построенных по проектам и при непосредственном участии академика В. Г. Шухова и обследованных специалистами кафедры металлических конструкций, отреставрирован лишь один – это опора ЛЭП. Необходимо отдать должное ОАО «Нижевоэнерго» за реставрацию гиперболоидной сетчатой опоры ЛЭП, проект разработан специалистами ННГАСУ, монтажные работы выполнены ОАО «Нефтехиммонтаж». *Реставрация сохранения или консервация других объектов, к сожалению, не планируется.*

## Литература

1. Реконструкция объекта культурного наследия регионального значения – опоры ЛЭП инженера В. Г. Шухова на левом берегу р. Оки в г. Дзержинске Нижегородской области : рабочий проект. Т. 1. / Материалы инженерных изысканий и обследования; Кн. 5. Отчет об обследовании башни; Ч. 1. Отчет об обследовании наземных конструкций башни – ННГАСУ; 2008 г.

2. Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций пролета Шухова в здании бывшего листопрокатного цеха ОАО «ВМЗ» (объект культурного наследия федерального значения) / Отчёт о НИР, выполнен по дог. № 2009/88 ц от 21 августа 2009 г. – ННГАСУ, 2010 г.

3. Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций башни В. Г. Шухова (пожарной каланчи) д. Ляхово Балахнинского района Нижегородской области / Отчёт о НИР – ННГАСУ, 2009 г.

4. Обследование и оценка технического состояния надземных металлоконструкций водонапорной башни инженера Шухова, расположенной на территории ОАО «ВМЗ» / Отчёт о НИР: выполнен по договору № 15-П от 02 апреля 2011 г. – ННГАСУ, 2011 г.

***А. И. Колесов, И. А. Ямбаев, В. В. Ребров***  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **СТАЛЬНОЙ ФУНДАМЕНТ ДЛЯ БАШНИИ РРЛ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ**

Осенью 2011 года сотрудниками кафедры металлических конструкций в рамках проведения хоздоговорной работы было выполнено проектирование фундамента для башни радиорелейной связи на Дальнем Востоке. Место строительства – Приморский край, Уссурийский район. По выданному заказчиком техническому заданию требовалось спроектировать фундамент из стальных конструкций с минимальным использованием бетона в качестве альтернативы обычному железобетонному фундаменту, существующему в проекте у заказчика. Стальной фундамент должен был отвечать требованиям мобильности, т. е. состоять из отдельных изготовленных на заводе монтажных блоков, предусматривающих возможность доставки их вертолетом к месту строительства в труднодоступных районах Дальнего Востока.

Основными элементами спроектированного стального фундамента являются сталебетонная плита высотой 550 мм, а также расположенные на ней шестнадцать стальных наклонных подкосов и четыре стальные опоры для опирания соответственно четырех ног башни РРЛ.

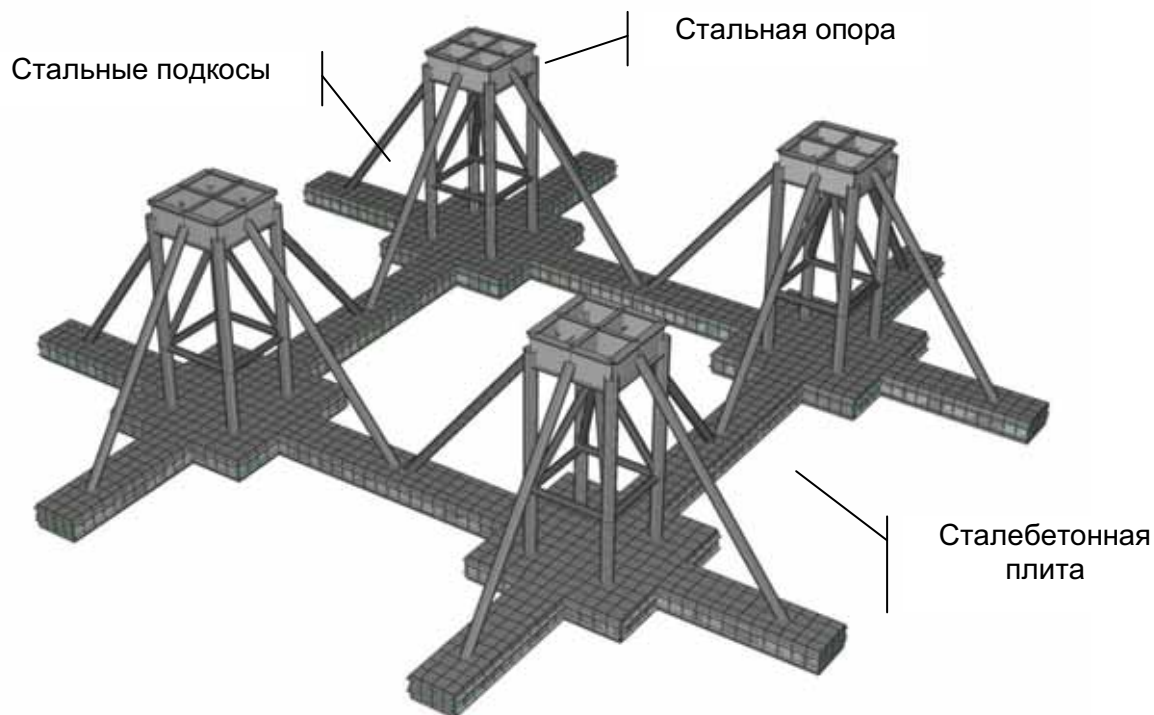


Рис. 1. Основные элементы стального фундамента

Сталебетонная плита включает в себя стальной горизонтальный лист толщиной 20 мм, контур которого повторяет контур опорной плиты, а также перекрестную систему уложенных на данный лист и сваренных с ним стальных двутавровых балок. Поверх стального листа укладывается бетон толщиной 550 мм, служащий для равномерной передачи на основание давящего усилия от четырех стальных опор. В случае вырывающего усилия система балок включается в работу, и башня удерживается от опрокидывания пригрузом в виде бетона и призмой грунта обратной засыпки, давящей на сталебетонную плиту.

Стальная опора представляет собой четыре вертикальные трубчатые стойки, объединенные друг с другом горизонтальной жесткой диафрагмой в верхней части стоек и системой наклонных и горизонтальных трубчатых распорок. Диафрагма выполнена в виде системы связанных друг с другом сварных двутавровых балок. В состав диафрагмы включена опорная площадка, предусматривающая возможность выверочного монтажа опорного фланца ноги башни при помощи рихтовочных колец. Диафрагма воспринимает давящее или сжимающее вертикальное усилие, а также горизонтальное сдвигающее усилие от ноги башни и служит для передачи этих усилий на вертикальные трубчатые стойки и наклонные подкосы.

Стальные наклонные подкосы, выполненные в виде трубчатых элементов, служат для раскрепления в горизонтальной плоскости стальных опор, крепятся к их диафрагмам, воспринимают сдвигающие усилия от ног башни и передают их на сталебетонную плиту.

Для сохранности стальных конструкций от коррозии предусматривается антикоррозионная обработка элементов. Все отправочные элементы запроектированы с возможностью их выверочного монтажа.

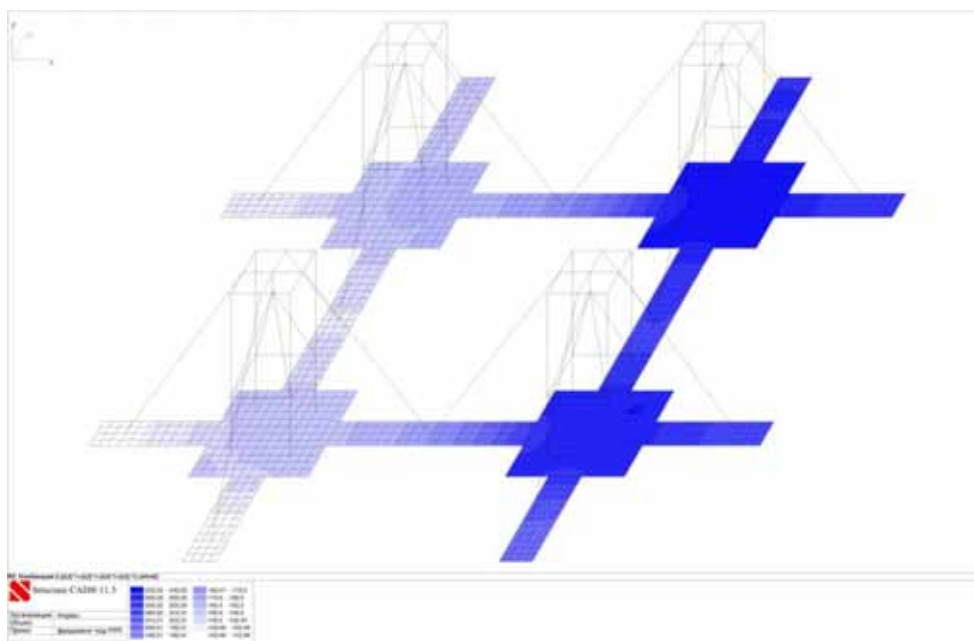


Рис. 2. Давление фундамента на упругое основание в SCAD

Расчет конструкций фундамента производился в пакете прикладных программ SCAD. Пространственная расчетная схема выполнена комбинированной с использованием стержневых элементов для стальных конструкций и пластинчатых элементов для бетона сталебетонной плиты. В модели учитывалось упругое основание, в качестве которого по техническому заданию выступал порфир.

Сравнение затрат на материалы железобетонного фундамента и его альтернативного варианта – стального фундамента – приведено в таблице:

#### Затраты материалов на варианты фундаментов

Тип фундамента	Стальной фундамент	Железобетонный фундамент
Масса стали, тн	60,6	41,6
Объем бетона В20, м <sup>3</sup>	73,7	390,0
Объем бетона В7.5, м <sup>3</sup>	14,9	29,6

Из таблицы видно, что затраты на сталь для разработанного фундамента в полтора раза больше по сравнению с железобетонным фундаментом, однако затраты на бетон почти в пять раз меньше. Помимо этого, конструкции разработанного фундамента, состоящие из монтажных блоков, пригодны для транспортировки в труднодоступные районы строительства, что было одним из требований заказчика.

Таким образом, результатом проведения хозяйственной работы стал проект стальной конструкции фундамента высокой заводской готовности, надежно выполняющей свою функцию и удовлетворяющей требованиям современных норм.

#### Литература

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНИП 2.01.07.85 М. 2011.

2. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\* М. 2011.

3. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* М. 2011.

**П. А. Хазов**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ СТАЛЬНОЙ ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ ПОД МОСТОВОЙ КРАН ТЯЖЕЛОГО РЕЖИМА РАБОТЫ

В данной работе представлено исследование напряженно-деформированного состояния реальной подкрановой балки мартеновского цеха предприятия ОАО «Выксунский металлургический завод». Изучаемая балка пролетом 16,5 м (рис. 1) предназначена под кран грузоподъемностью 180 т.

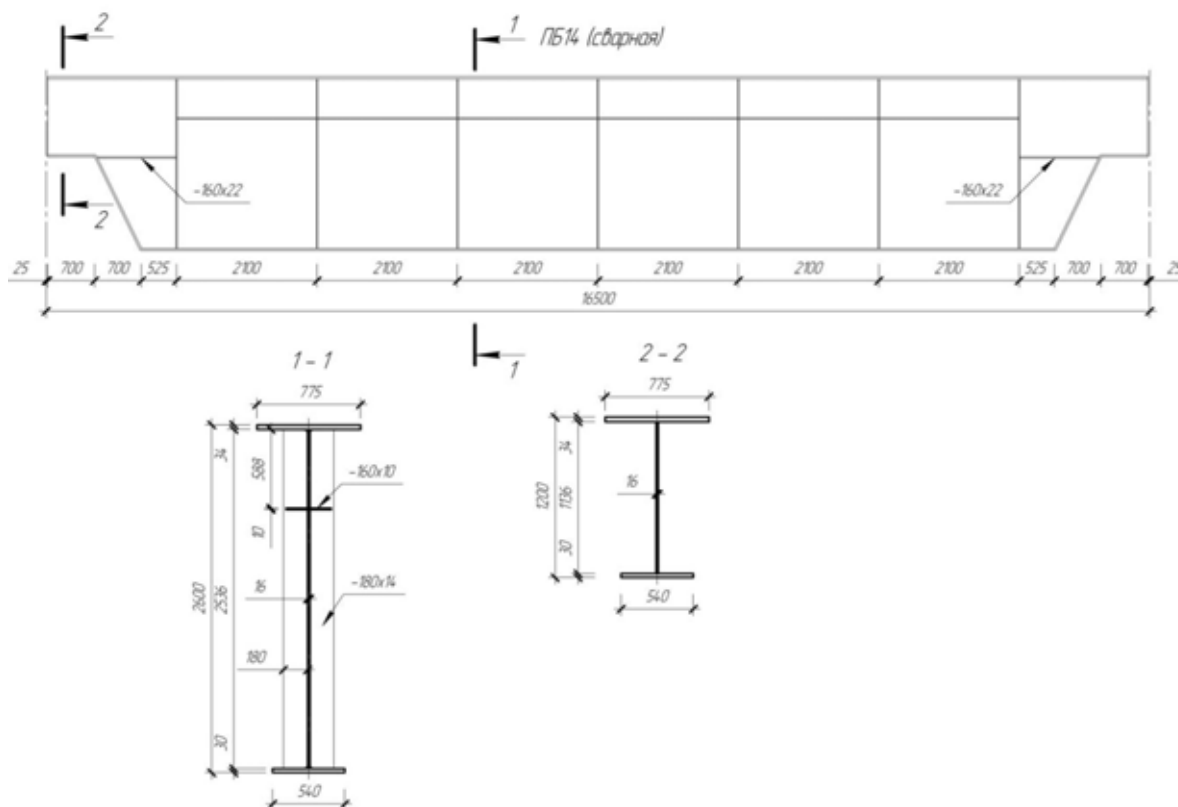


Рис. 1. Геометрическая схема подкрановой балки

Специалистами кафедры металлических конструкций ННГАСУ были выполнены натурные обследования изучаемой балки с последующими расчетами ее прочности и усталостной долговечности. В результате натурального обследования были выявлены многочисленные трещины в районе соединения стенки балки с верхним поясом.

После проведения расчетов подкрановой балки согласно действующим нормам были выявлены следующие неудовлетворительные результаты:

- не выполняется проверка подкрановой балки на выносливость от одного мостового крана наибольшей грузоподъемности в данной зоне;
- не выполняется проверка стенки подкрановой балки на выносливость.

Таким образом, при удовлетворительной прочности подкрановой балки не выполняются требования по ее усталостной долговечности.

Для изучения реального напряженно-деформированного состояния балки были созданы 3 расчетные модели с использованием четырехугольных пластинчатых конечных элементов близких к квадратам. Первичная конечно-элементная разбивка, необходимая для сходимости узлов, приведена на рис. 2.

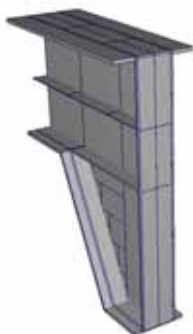


Рис. 2. Первичная конечно-элементная разбивка

Для отображения реальной нагрузки, передающейся через подкрановый рельс КР-170, была получена эпюра вертикальных напряжений, возникающих на верхней полке балки (рис. 3).

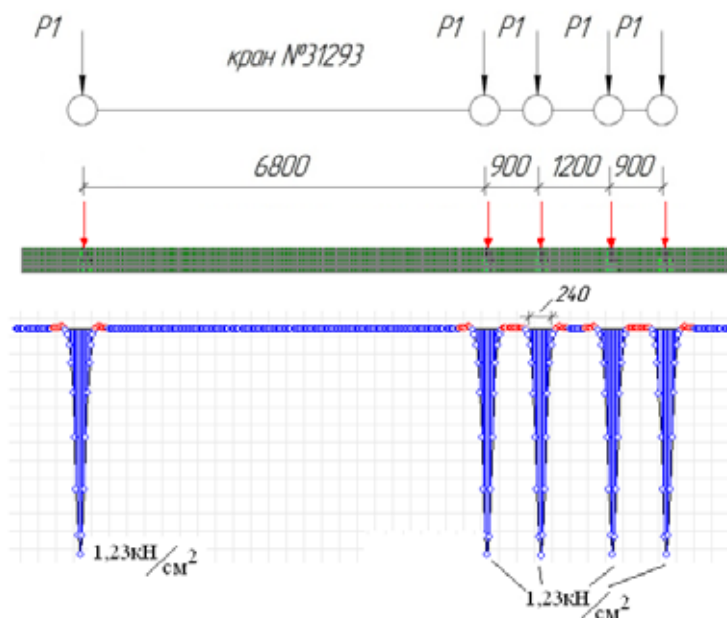


Рис. 3. К определению нагрузки на подкрановую балку

Расчетные модели выполнялись с последовательным уменьшением размера конечного элемента. В первой расчетной модели размер стороны конечного элемента близок к 100 мм, во второй – 50 мм, в третьей – 25 мм (рис. 4).



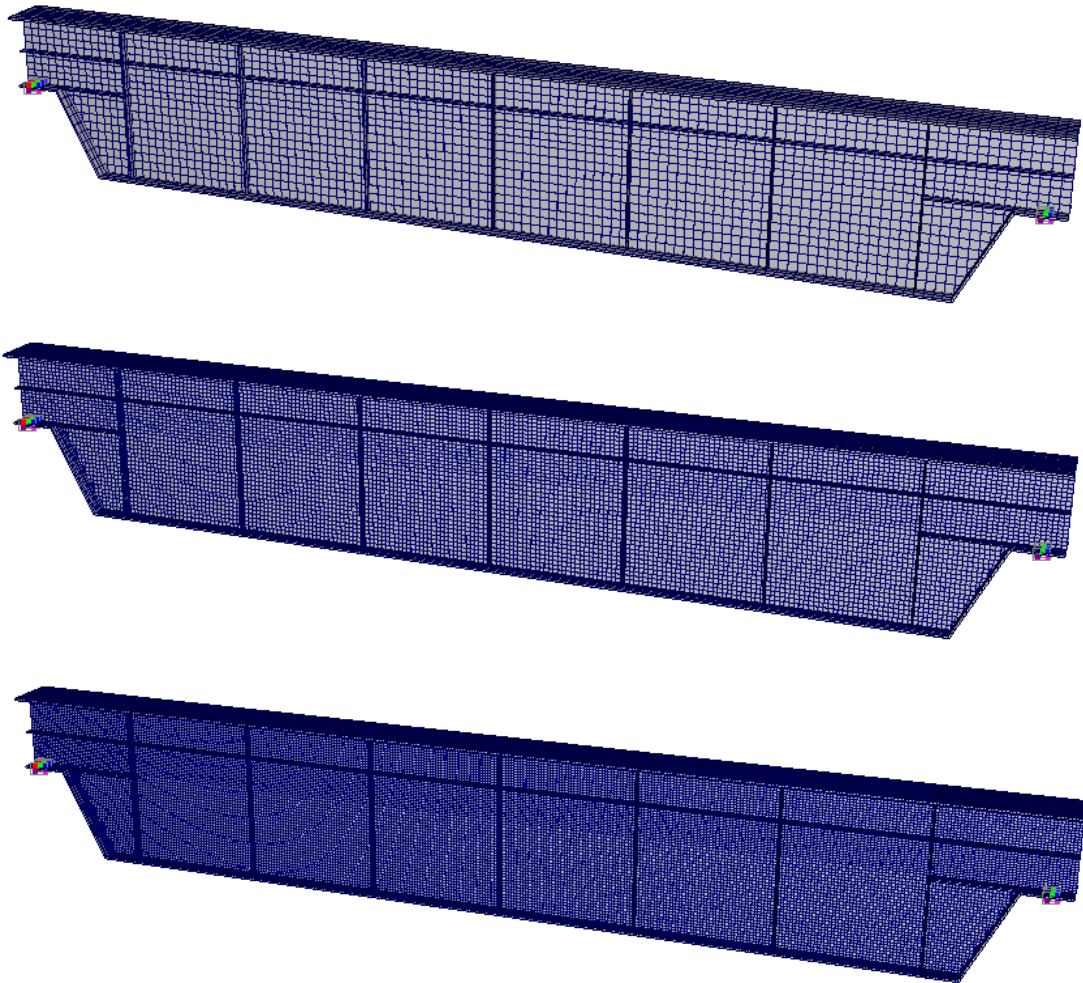


Рис. 4. Расчетные схемы подкрановой балки с различными размерами конечных элементов

Из-за отличия в числе конечных элементов для линейного расчета каждой схемы потребовалось разное количество времени. Для расчета первой схемы – 48 с, для расчета второй схемы – 2 мин, для расчета третьей схемы – 6 мин.

После выполнения линейного расчета проведено сравнение представленных расчетных моделей по деформативности (рис. 5) и по нормальным напряжениям в стенке балки (рис. 6).

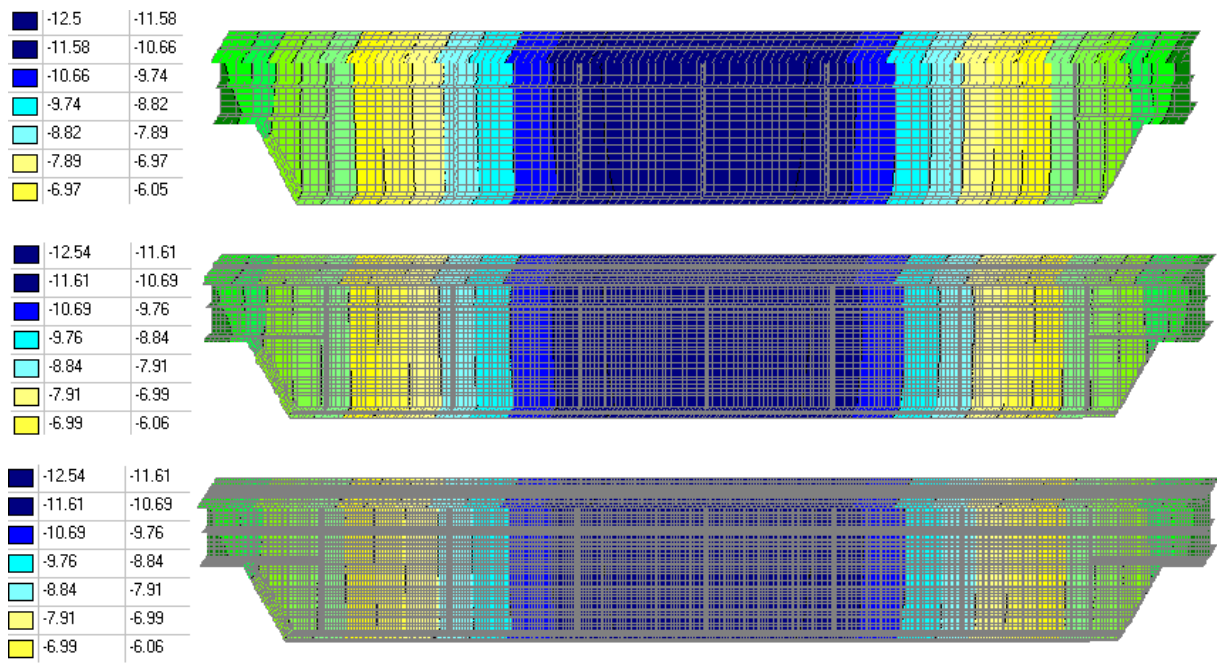


Рис. 5. Сравнение расчетных схем подкрановой балки по деформативности

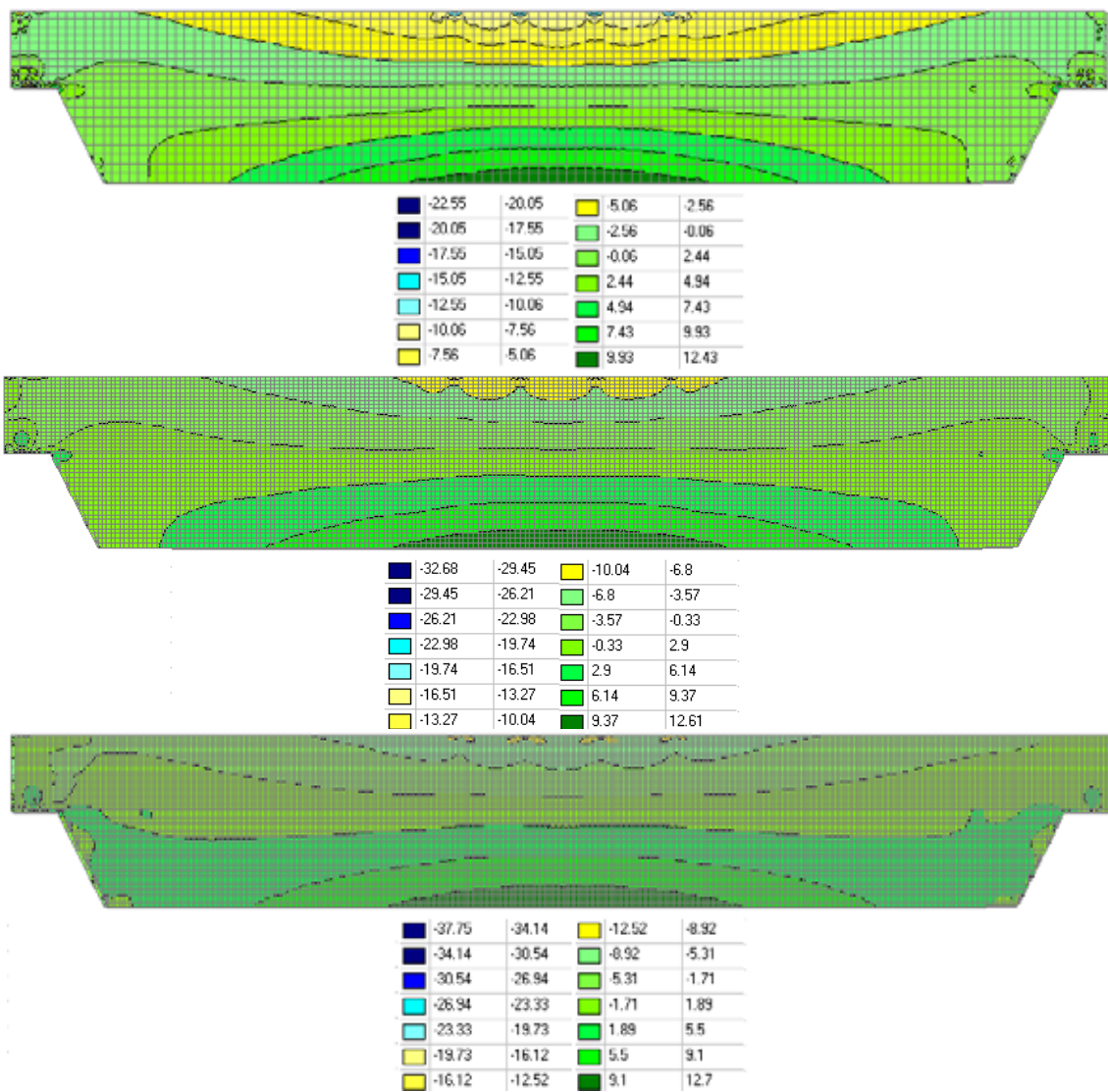


Рис. 6. Сравнение нормальных напряжений в стенке подкрановой балки

Из результатов сравнения видно, что даже значительное увеличение числа конечных элементов не привело к качественному уточнению возникающих перемещений.

Анализ напряженного состояния показывает, что различие по локальным напряжениям, возникающим около опор и непосредственно под приложенной нагрузкой, составляет 72 %. Эти локальные напряжения на второй и третьей расчетных схемах превышают значения расчетного сопротивления стали усталости и располагаются именно в тех точках, в которых наблюдаются усталостные трещины в реальной балке.

Значения напряжений в точках, значительно удаленных от возбуждающего фактора, достаточно близки, все они меньше предела текучести, что подтверждено расчетом прочности балки.

Выводы:

1. Значительное увеличение числа конечных элементов не всегда приводит к увеличению точности расчета.

2. Для уменьшения времени расчета не обязательно использование регулярной сетки конечных элементов малого размера, достаточно увеличить число конечных элементов в зонах локальных возбуждающих факторов, сохраняя при этом размеры конечных элементов в удаленных точках.

**П. А. Хазов, А. Г. Зубов**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СТАДИОНА**

В данной работе представлен сравнительный анализ расчетных схем конструкций надтрибунного покрытия стадиона, проектируемого в Богородском районе Нижегородской области. Покрытие представляет собой систему плоских рам с консольными металлическими фермами, имеющими вылет 41 м (рис. 1).

Схема нагрузок, действующих на конструкции стадиона, показана на рис. 2. Согласно схеме конструкции, помимо собственного веса, рассчитываются на воздействие снега по двум схемам загрузки, а также на среднюю и пульсационную составляющую ветрового давления.

Первый рассмотренный вариант расчетной схемы представляет собой плоскую консольную ферму с шарнирным креплением верхнего и нижнего поясов к колонне (рис. 3). При этом не удалось получить удовлетворительные размеры поперечных сечений. При увеличении поперечных сечений каждый раз значительно увеличивался собственный вес фермы, что приводило к увеличению усилий в поясах. Никакие принимаемые сечения не обеспечивали прочность сооружения.

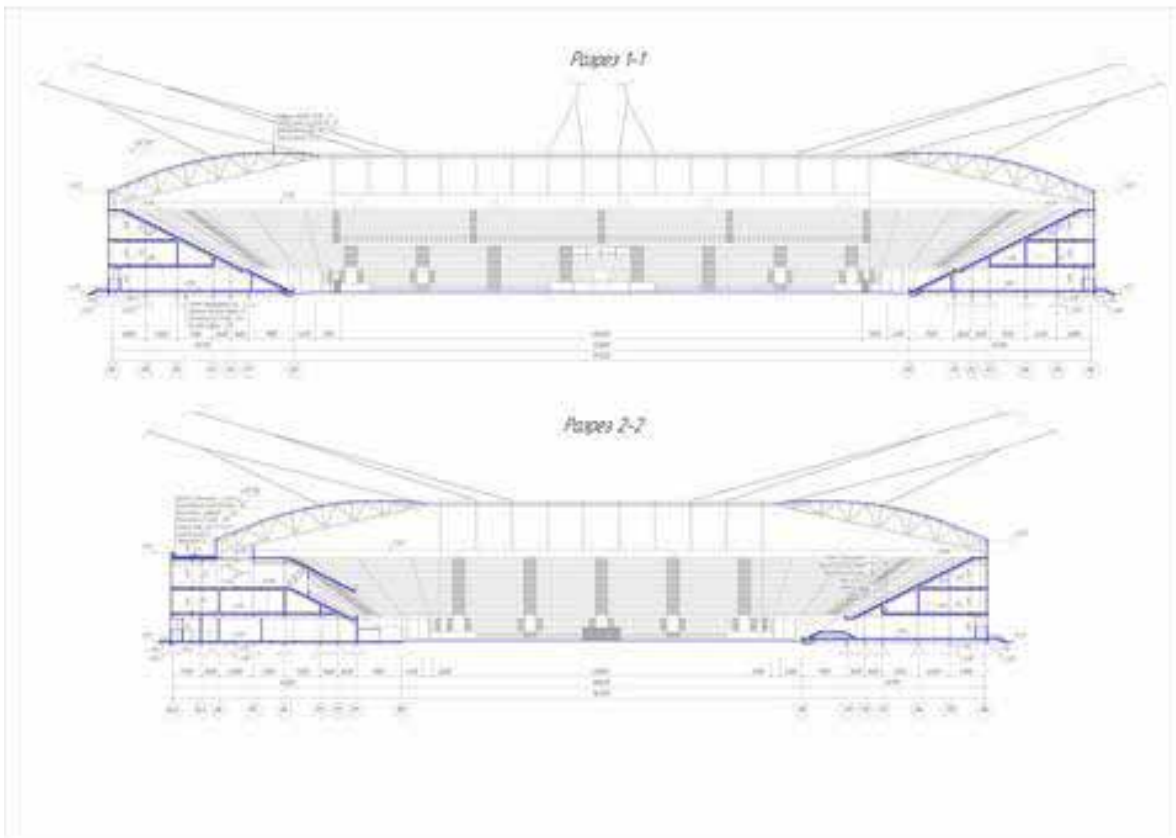


Рис. 1. Продольный и поперечный разрезы стадиона



Рис.2. Схема нагрузок, действующих на конструкции стадиона

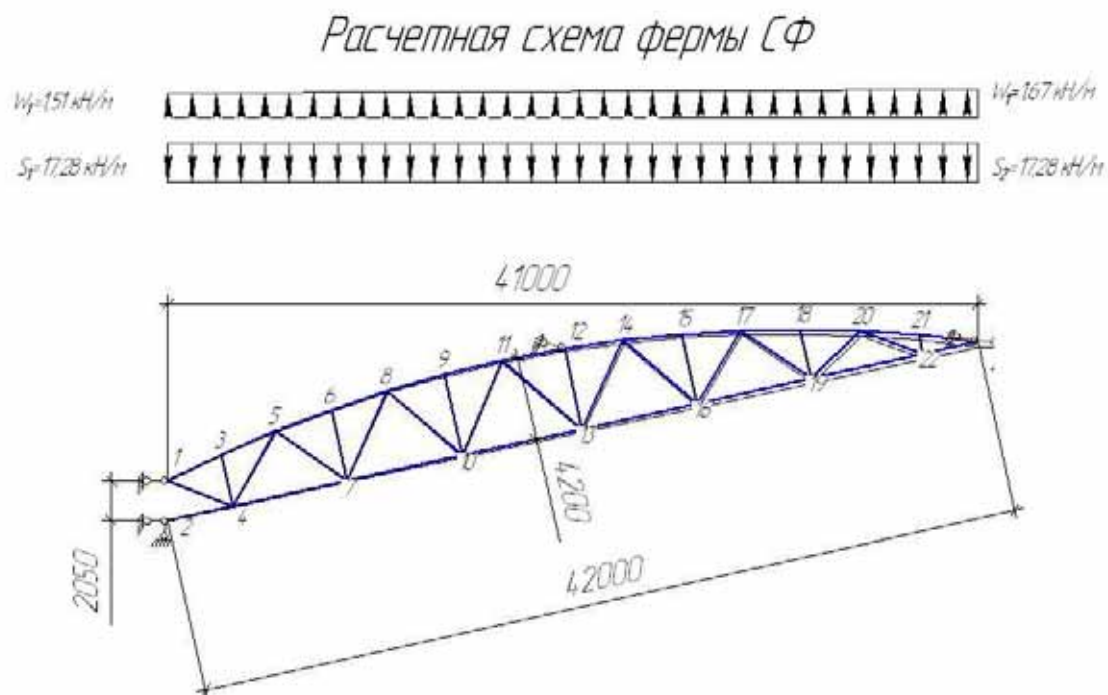


Рис. 3. Плоская расчетная схема фермы

Увеличение несущей способности покрытия было достигнуто за счет включения в работу не только радиальных ферм, но и системы связей. Связи были заменены меридиональными фермами, верхние пояса которых стали выполнять функцию прогонов (рис. 4). Таким образом, была получена пространственная стальная структура с несущими элементами в двух направлениях.

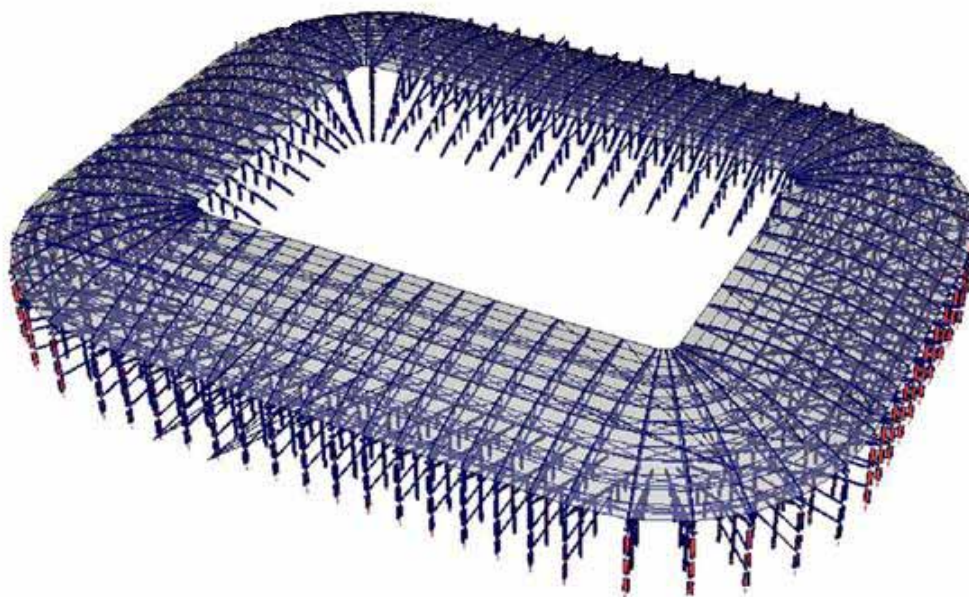


Рис. 4. Пространственная расчетная схема стадиона

Применение пространственной расчетной схемы позволило значительно уменьшить усилия в поясах ферм, в результате чего стало возможным выполнение подбора сечений. Несущие конструкции прошли проверки по I группе предельных состояний, но не удовлетворяли требованиям жесткости. Для дальнейшего увеличения жесткости, а так же придания архитектурной выразительности, было решено ввести систему вантовых опор (рис. 5).

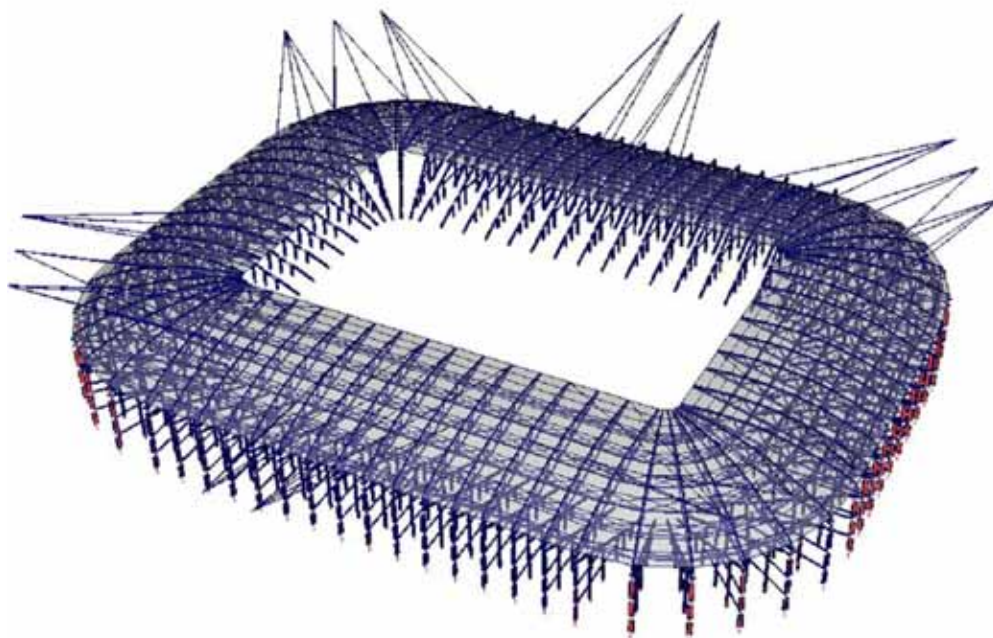


Рис. 5. Пространственная расчетная схема стадиона с вантовыми конструкциями

Вантовые конструкции прикрепляются к свайному фундаменту с одной стороны и непосредственно к пространственной стальной конструкции – с другой. Между основанием и системой покрытия тросы опираются на массивный железобетонный пилон (рис. 6).

Схема перемещений, возникающих в вантовой расчетной схеме, приведена на рис. 7.

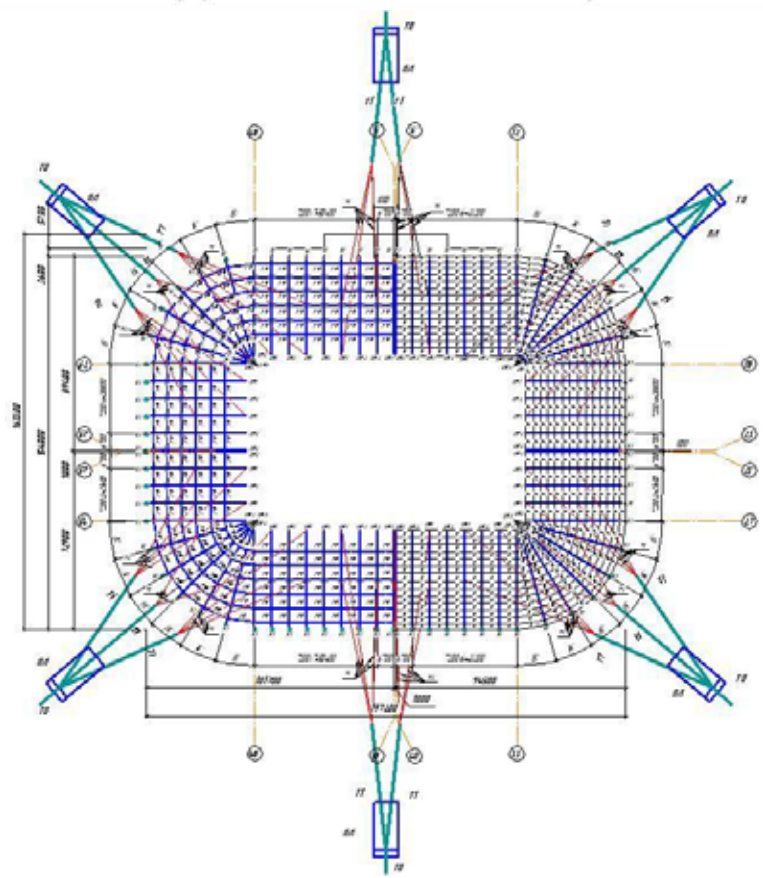
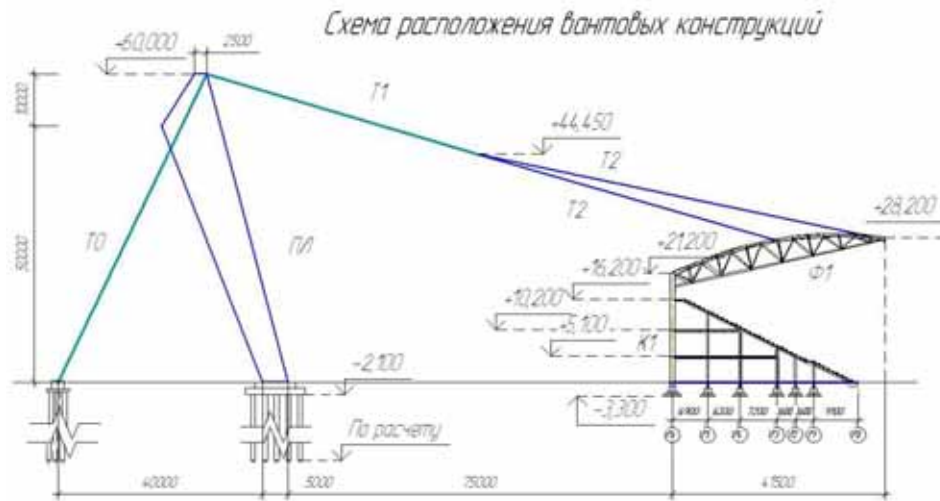


Рис. 6. Схема расположения вантовых конструкций

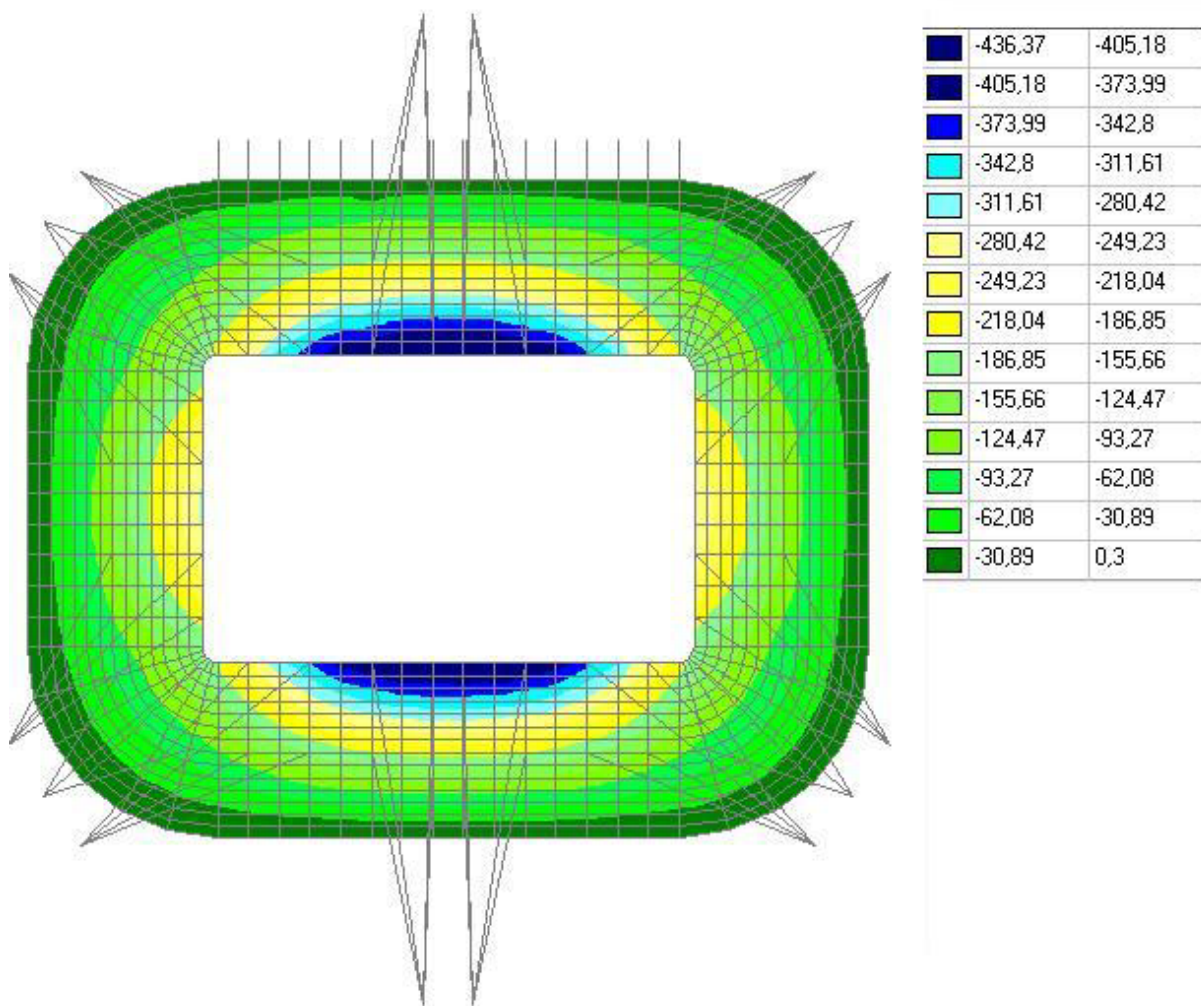


Рис. 7. Поля перемещений конструкций покрытия

Для дальнейшего уменьшения перемещений при проектировании конструкций был введен строительный подъем на постоянные (15 см) и долю временных нагрузок.

Таким образом, удалось добиться максимального отклонения от проектного положения, не превышающего 17 см.

**П. А. Хазов, А. В. Михайлычева**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК НА КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ**

В данной работе представлены результаты испытаний макетов криволинейных сооружений в аэродинамической трубе (рис. 1). Необходимость исследования обусловлена невозможностью определения реальных ветровых нагрузок, действующих на сооружения подобной формы.

Геометрические модели криволинейных поверхностей представлены на рис.2.





Рис. 1. Макеты криволинейных сооружений, установленные в аэродинамической трубе

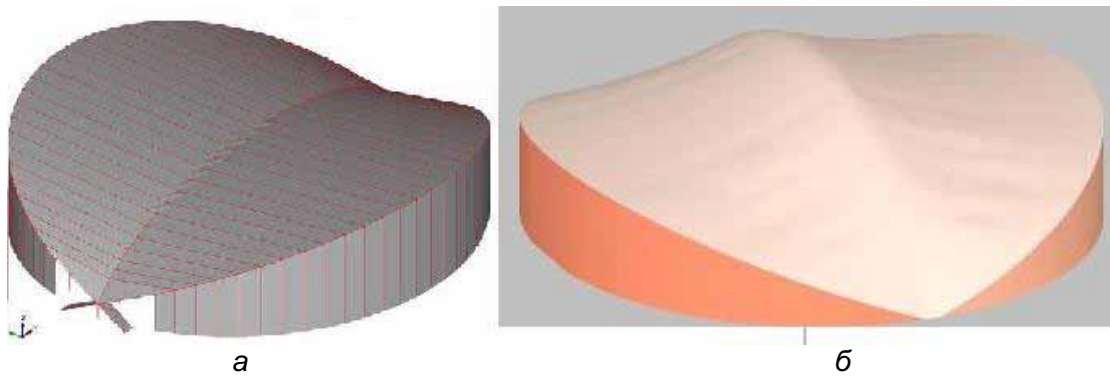


Рис. 2. Геометрические модели испытываемых поверхностей: а – модель 1, б – модель 2

Схема испытания приведена на рис. 3. С помощью вентилятора (1) в аэродинамической трубе (2) создается воздушный поток (6) с квазипостоянной скоростью движения. Затем в изучаемой точке поверхности (3), установленной на специальной подставке (4), с помощью подсоединенного к ней микроманометра (5) измеряется величина статического давления. По результатам испытаний в характерных точках поверхности определялись значения статического давления, оказываемого квазиравномерным потоком воздуха ( $V \approx 10$  м/с).

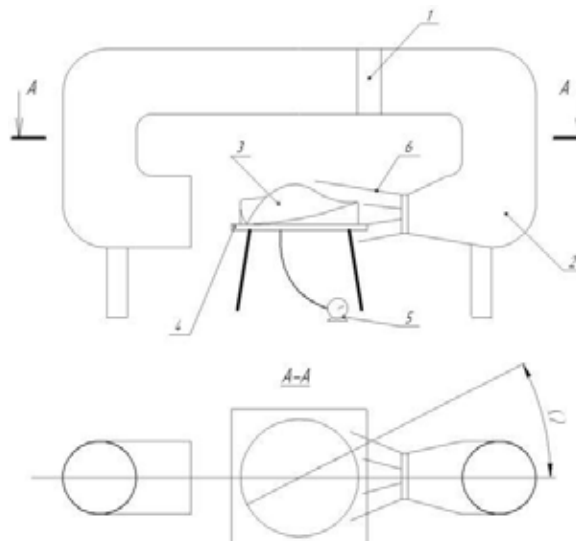


Рис. 3. Схема экспериментальной установки

С помощью линейной интерполяции были получены поля постоянных давлений на криволинейные поверхности при разных углах направленности ветрового потока (рис.4).

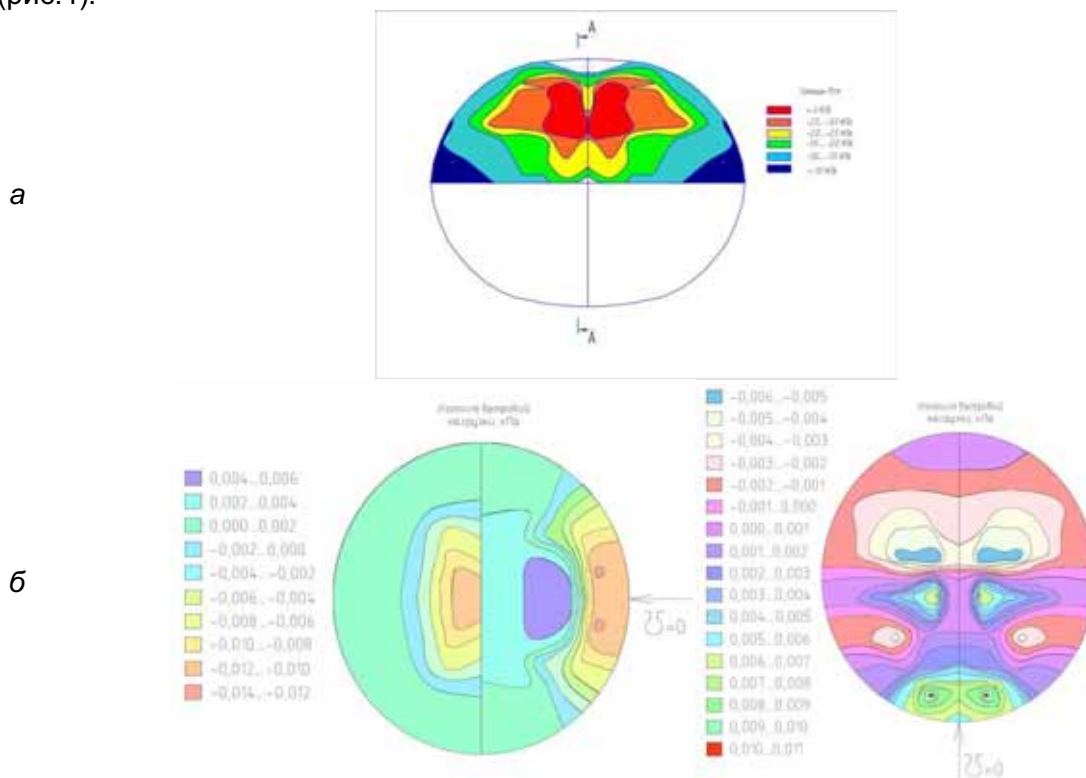


Рис. 4. Поля постоянных давлений: а – изополя статического давления на модель 1; б – изополя расчетной ветровой нагрузки на модель 2

По имеющимся полям ветровых нагрузок были построены эпюры статического давления на модель 1 по трем сечениям (рис. 5). На сечении А–А эпюра давления имеет криволинейную форму, но, тем не менее, по всей длине значения давления отрицательные. Небольшой положительный участок можно объяснить тем, что до него не встречается достаточного для срыва потока возмущающего фактора, например вертикального участка. Тем не менее, практически мгновенно после положительного участка происходит срыв потока и давления, эпюра очень быстро идет в отрицательную сторону. На сечении Б–Б положительные значения давлений отсутствуют, что объясняется вертикальным участком, обеспечивающим срыв потока. Эпюра давлений в сравнении с сечением А–А выравнивается. На сечении В–В эпюра очень близка к постоянной, к функциям такого типа вполне применима линейная аппроксимация.

Стоит заметить, что данные эпюры близки по характеру распределения к значениям, определяемым согласно актуализации СНиП 2.01.07-85\* для двускатных покрытий.

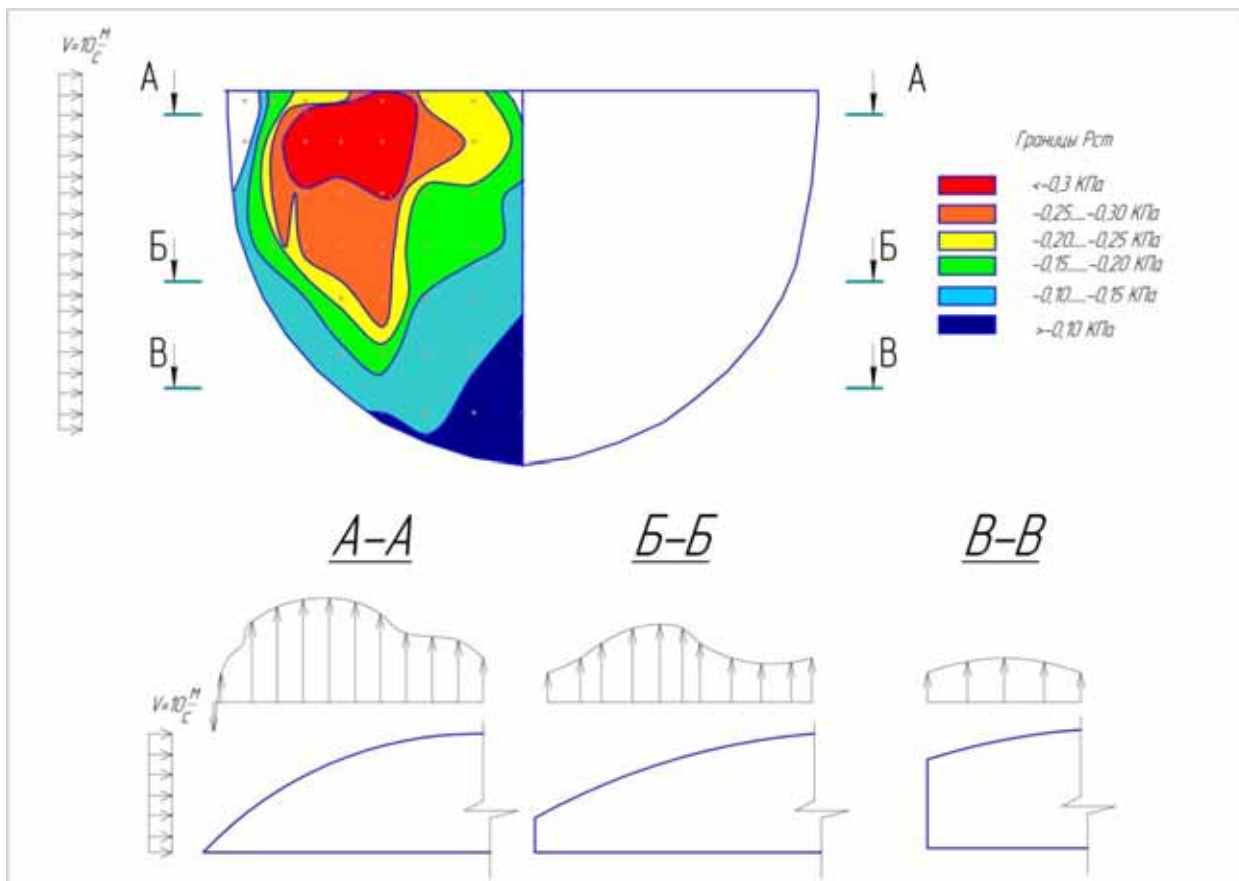


Рис. 5. Эпюры статического давления на поверхность модели 1

Эпюры, полученные на модели 2, резко отличаются по характеру распределения (рис. 6). Вероятно, это происходит из-за того, что все изучаемые сечения модели 1 являются выпуклыми, в то время как на модели 2 строились вогнутые сечения. Выпуклость сечения способствует сохранению отрицательного давления, в то время как в вогнутом сечении даже восходящий воздушный поток может вновь вступить в контакт с поверхностью.

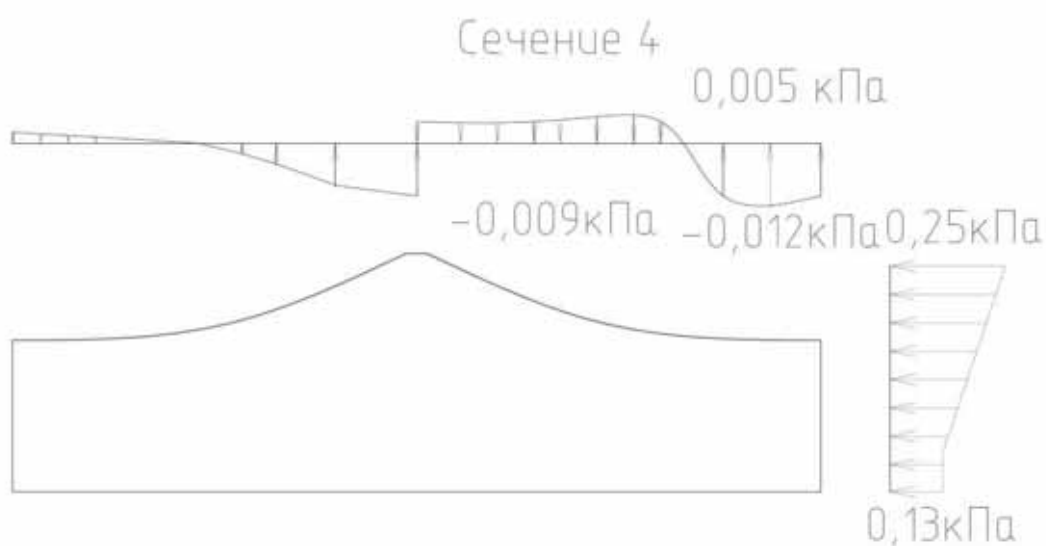


Рис. 6. Эпюра давлений на модели 2

Существующая теория обтекания твердой поверхности потоком сжимаемой среды, основанная на уравнении Навье-Стокса, не имеет точного решения и позволяет решить данную задачу только численно. Численное решение можно получить, используя метод конечных элементов, комбинируя при этом задачи по механике деформируемого твердого тела и по движению сжимаемой вязкой жидкости. В любом случае это решение является громоздким, а потому его применение при выполнении инженерных расчетов весьма затруднительно.

Дальнейшее проведение экспериментов и обработка получаемых результатов позволит создать точную теорию, способную качественно описать характер распределения ветровых давлений на криволинейные поверхности.

**А. Н. Супрун, Т. М. Вежелис, А. П. Макарьев**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **К ПРОБЛЕМЕ РАЗВИТИЯ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СООТНОШЕНИЙ РЕОНОМНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

На современном этапе развития техники возникает потребность в достоверном моделировании чрезвычайных ситуаций со строительными объектами, что предъявляет повышенные требования к математическим определяющим соотношениям – моделям механического поведения деформируемых сред.

В связи с этим назрела необходимость перехода на качественно новую феноменологическую теорию пластичности, способную обеспечить достаточно высокий уровень своего экспериментального подтверждения и объяснить причины противоречий, которые обнаруживаются при сопоставлении результатов изучения различными экспериментаторами механических свойств металлов.

Следует заметить, что экспериментальные исследования механических свойств металлов еще в XIX веке (С. L. Navier, 1826 [1], G. G. Coriolis, 1830 [2], L. J. Vicat, 1834 [3] и др.) установили, что неупругое деформирование конструкционных металлов даже при комнатной температуре сопровождается временными эффектами, ныне известными как проявления эффекта «ползучести» материала, т. е. строго говоря, металлы являются реономными<sup>1</sup> средами. Однако в связи с малостью «ползучей» составляющей в экспериментах с большими пластическими деформациями временными эффектами обычно пренебрегают.

В 90-х годах XX века был построен вариант *теории реономной пластичности*, и на характерных примерах было показано, что пренебрежение временными эффектами и является основной причиной аномалий и противоречий в экспериментальной механике.

На основании выполненных ранее исследований [5, 6, 7] был сделан вывод о том, что определяющие уравнения конструкционных материалов в неупругом состоянии следует строить на базе математической модели с формоизменяющейся и поворачивающейся последовательной поверхностью текучести в пространстве девиаторов напряжений [4]:

$$f \equiv \frac{1}{b^2} \left( \sigma - r \right) \left( \sigma - r \right) \left( \frac{1}{a^2} - \frac{1}{b^2} \right) \left( \sigma - r \right) \gamma^z - 1 = 0. \quad (1)$$

<sup>1</sup> От греческого rheos – течение, поток. Термин «реология» – наука о течении вещества был принят на 3-м симпозиуме по пластичности (1922 г. США).

$$a = s_0 + \int_{t_1}^t \left[ \zeta_1(\tau) L_1^*(t - \tau) + L_2^*(t - \tau) \right] d\bar{q}(\tau). \quad (2)$$

$$b = s_0 + \int_{t_1}^t \left[ \zeta_2(\tau) L_1^*(t - \tau) + L_2^*(t - \tau) \right] d\bar{q}(\tau). \quad (3)$$

$$r_{ij} = \left( -\alpha \right) \int_{t_1}^t L_1^*(t - \tau) de_{ij}^H(\tau). \quad (4)$$

$$\gamma_{ij} = \frac{r_{ij}}{r}, \quad (5)$$

где  $a$  – длина главной полуоси,  $b$  – длина поперечной полуоси гиперэллипсоида вращения (рис. 1),  $r = \{r_{ij}\}$  – вектор, определяющий положение центра гиперэллипсоида,  $s_0$  – радиус начальной поверхности текучести в пространстве девиаторов напряжений,  $t_1$  – момент времени выхода среды из упругого состояния,  $WW'$  – ось вращения гиперэллипсоида в пространстве девиаторов напряжений,  $L_1^*(t), L_2^*(t)$  – функции материала,  $\zeta_1$  и  $\zeta_2$  определены зависимостями  $\xi_1 = \alpha\eta^2 + \beta\bar{\eta}^2$ ,  $\xi_2 = \beta\eta^2 + \alpha\bar{\eta}^2$ ,  $\eta = \gamma \cdot \omega$ ,  $\bar{\eta} = \left( -\eta^2 \right)^{\frac{1}{2}}$ ,  $\alpha, \beta$  – функции материала.

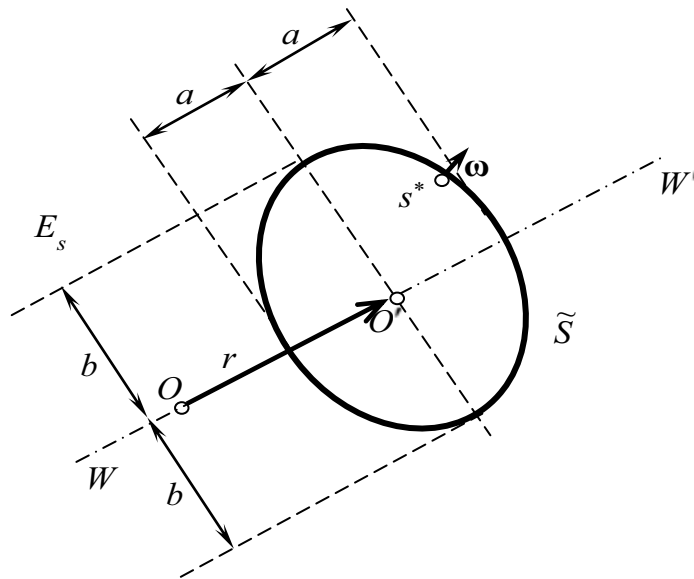


Рис. 1. Последовательная поверхность текучести в процессе неупругого деформирования материала

Для закона развития неупругих деформаций используется принцип градиентальности:

$$de^H = \begin{cases} \omega dq & \text{при АН,} \\ 0 & \text{при У или Р, или НН,} \end{cases} \quad (6)$$

где АН – активное нагружение, У – упругое состояние, Р – разгрузка, НН – нейтральное нагружение,

$$\omega = \frac{\text{grad } f}{|\text{grad } f|}. \quad (7)$$

Модель (1)–(7) была апробирована на экспериментах Гупта и Лауэрта [9]. Эксперименты выполнялись с трубчатыми образцами из отожжённой малоуглеродистой стали на растяжение-сжатие и кручение. После растяжения образца до  $\varepsilon = 10\%$  были построены шесть кривых текучести с различными допусками. На рис. 2 показана кривая, полученная с допуском  $\delta = 10^{-4}$ , которая имеет заострение в направлении нагружения и вогнутость с противоположной стороны.

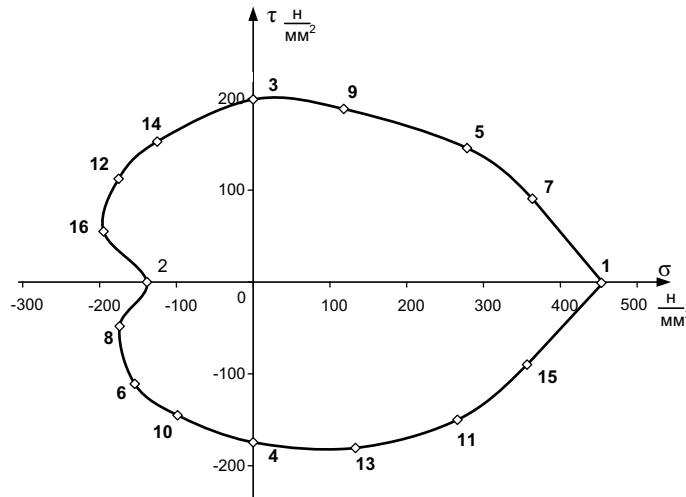


Рис. 2. Последовательная поверхность текучести в опытах Гупта и Лауэрта [8] при  $\delta = 10^{-4}$

Время получения проб последовательной поверхности текучести авторы не указали. При следующих параметрах модели  $\alpha = 0,3$ ;  $\beta = 0,8$ ;  $c = 1238,8$ ;  $d = 393,2$ ;  $\psi = 0,18$  и при значениях  $t_1 = 1$ ;  $t_2 = 1,1$ ;  $t_3 = 2$ ;  $t_4 = 3$ ;  $t_5 = 4$ ;  $t_6 = 5$ ;  $t_7 = 6$ ;  $t_8 = 7$ ;  $t_9 = 8$ ;  $t_{10} = 9$ ;  $t_{11} = 10$ ;  $t_{12} = 11$ ;  $t_{13} = 12$ ;  $t_{14} = 13$ ;  $t_{15} = 14$ ;  $t_{16} = 15$  были получены значения теоретических локальных границ текучести (рис. 3), которые позволяют качественно охарактеризовать опытные данные. Действительно, теоретическая кривая также будет иметь заострение в направлении нагружения и вогнутость тыльной части границы.

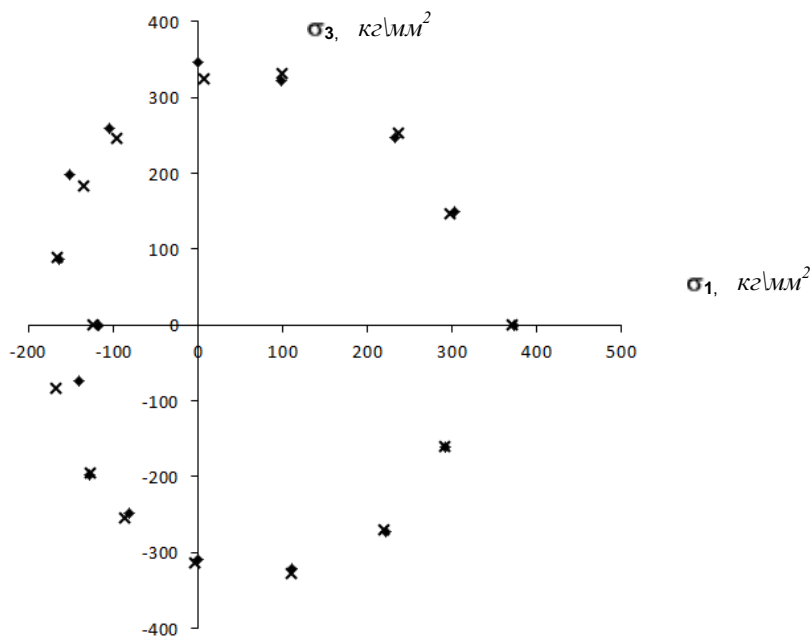


Рис. 3. Экспериментальные (♦) и теоретические (×) точки, принадлежащие движущейся во времени последовательной поверхности текучести

Данный пример подтверждает эффективность предлагаемой модели.

#### Литература

1. Navier, Claude Louis Marie Henri: Experiences sur la resistance de divers substances a la rupture causee par une tension longitudinale. Annales de Chimie et de Physique, 33, p. 225-240.
2. Coriolis, Gustave Gaspard: Experiences sur la resistance du plomb a l'ecrasement, et sur l'influence qu'a sur sa durete une quantite inappreciable d'oxide. Annales de Chimie et de Physique, 44, p. 103-111.
3. Vicat, Louis Joseph: Note sur l'allongement progressif du fil de fer soumis a divers tensions. Annales des Ponts et Chaussees, Memoires, premier serie, premier semester, p. 40-44.
4. Супрун, А. Н. Теория реономной пластичности: монография / А. Н. Супрун. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2008. – 164 с.
5. Супрун, А. Н. Универсальный подход к идентификации определяющих соотношений реономной пластичности / А. Н. Супрун, Т. М. Вежелис // Математическое моделирование в механике деформируемых тел и конструкций: тез. докл. XXIII Междунар. конф., 28 сент.–01 окт. 2009. – СПб., 2009. – С. 202-203.
6. Вежелис, Т. М. Компьютерная модель процесса эволюции поверхности текучести / Т. М. Вежелис // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2009. – № 3(10). – С. 15-20.
7. Супрун, А. Н. Проблема сходимости в процессе идентификации определяющих уравнений неупругого деформирования конструкционных материалов / А. Н. Супрун, Т. М. Вежелис, Т. С. Ладугина // 13-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки-2011» / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2012 – С. 206-208.
8. Gupta, N. K. A study of yield surface upon reversal of loading under biaxial stress / N. K. Gupta, H. A. Laurent // ZAMM. – 1983. – Bd. 63, № 10. – S. 497-504.

**Н. Ю. Трянина, П. В. Туголуков**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА КРИВОЛИНЕЙНОЕ НАВЕСНОЕ ПОКРЫТИЕ СТАДИОНА

Данная работа посвящена вопросу экспериментального исследования воздействия ветра в аэродинамической трубе на макете стадиона с навесным покрытием. Действующий СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия [1] не даёт указаний по расчету покрытия сложной криволинейной формы на ветровую нагрузку. Поэтому данная задача является весьма важной и актуальной.

Целью работы является разработка методики определения ветровой нагрузки на криволинейную поверхность покрытия большепролетного спортивно-зрелищного сооружения. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- Анализ особенностей расчета ветровой нагрузки на сооружения сложной геометрической формы;
- Экспериментальные исследования макета сооружения в аэродинамической установке;
- Теоретическая обработка и анализ полученных результатов;
- Разработка рекомендаций по значению аэродинамических коэффициентов для навесных покрытий, круглых в плане;
- Статический расчет КЭ модели исследуемого покрытия стадиона с применением разработанной методики.

Исследуемое сооружение в плане имеет форму, близкую к окружности диаметром 215 м. Кровля представляет собой выпуклый круговой навес, который по периметру опирается на опорное кольцо и еще подвешивается к несущим аркам (рис.1).

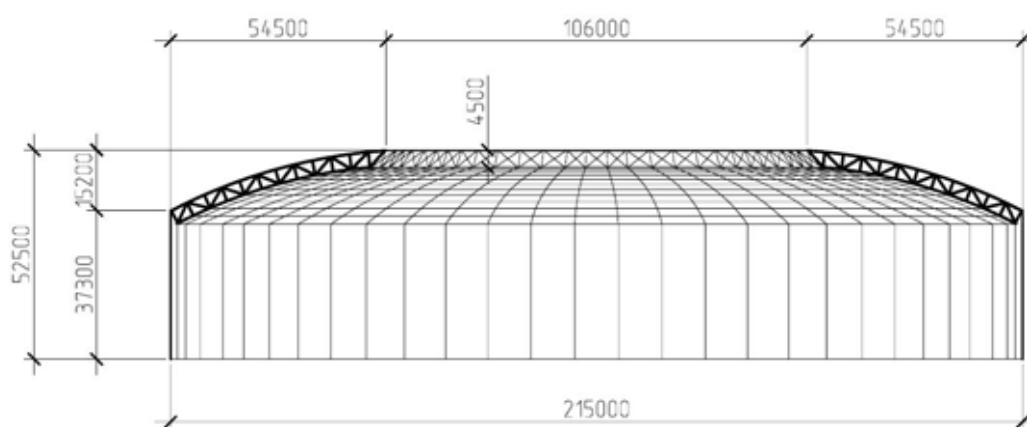


Рис. 1. Основные размеры сооружения

Для проведения испытания была изготовлена модель сооружения из пластика ПВХ в масштабе 1:200, на кровле которой были закреплены трубки. Трубки поочередно подключаются к микроманометру.

Был принят следующий алгоритм решения поставленной задачи:

- 1) на специально подготовленной установке (рис. 2) были определены значения статического давления в характерных точках поверхности;
- 2) на основе экспериментальных данных были выведены эмпирические формулы для определения аэродинамических коэффициентов в зависимости от угла направленности ветрового потока и углов, определяющих положение изучаемой точки [2, 3].





Рис. 2. Установка для проведения эксперимента

По ходу эксперимента определяется величина отклонения пузырька  $H$  в трубке манометра. С помощью этой величины определяется статическое давление:

$$P_{ст} = H \cdot k \cdot g, \text{ Па} ,$$

где  $k$  – коэффициент прибора, зависящий от угла наклона трубки манометра;  $g$  – ускорение свободного падения. Во всех проведенных экспериментах  $k=0,2$ ;  $g=9,81 \frac{м}{с^2}$ .

Затем определяется значение динамического давления:

$$P_{дин} = \frac{V^2}{2} \cdot \rho, \text{ Па} ,$$

где  $V$  – скорость воздушного потока, измеряемая специальным прибором,  $\rho$  – усредненная плотность воздуха, принимаемая  $1,2 \frac{кг}{м^3}$ .

Определив с помощью описанного эксперимента значение статического давления, вычисляем аэродинамический коэффициент:

$$C = \frac{P_{ст}}{P_{дин}} .$$

Зная значения аэродинамического коэффициента, можно определить реальную нагрузку, действующую в каждой точке сооружения, используя методику, предлагаемую СП 20.13330.2011. Поэтому основная цель эксперимента – определение аэродинамического коэффициента.

После обработки результатов эксперимента была получена картина распределения ветровой нагрузки по кровле сооружения (рис. 3).

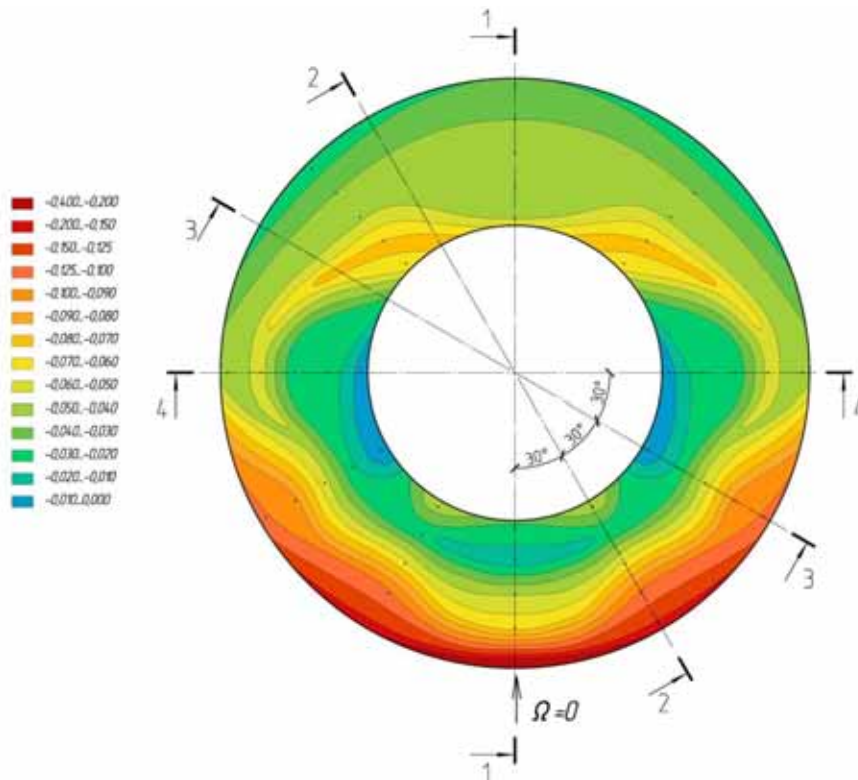


Рис. 3. Изополя ветровой нагрузки.

Профиль ветровой нагрузки со значением аэродинамических коэффициентов показан на четырех разрезах с шагом 30° (рис. 4).

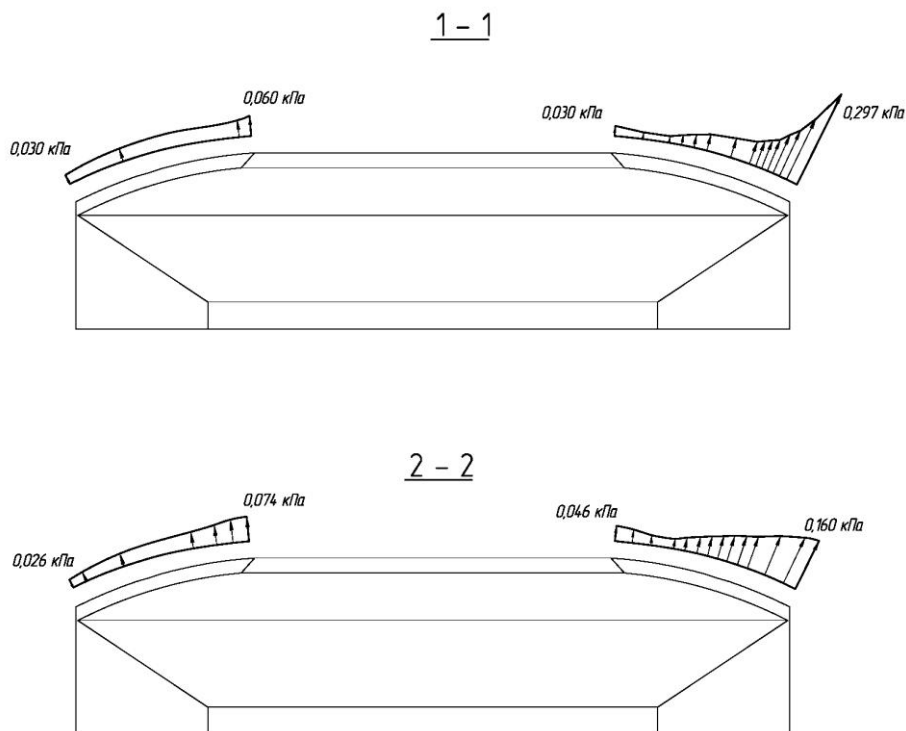


Рис. 4-1. Характерные разрезы со значением аэродинамических коэффициентов

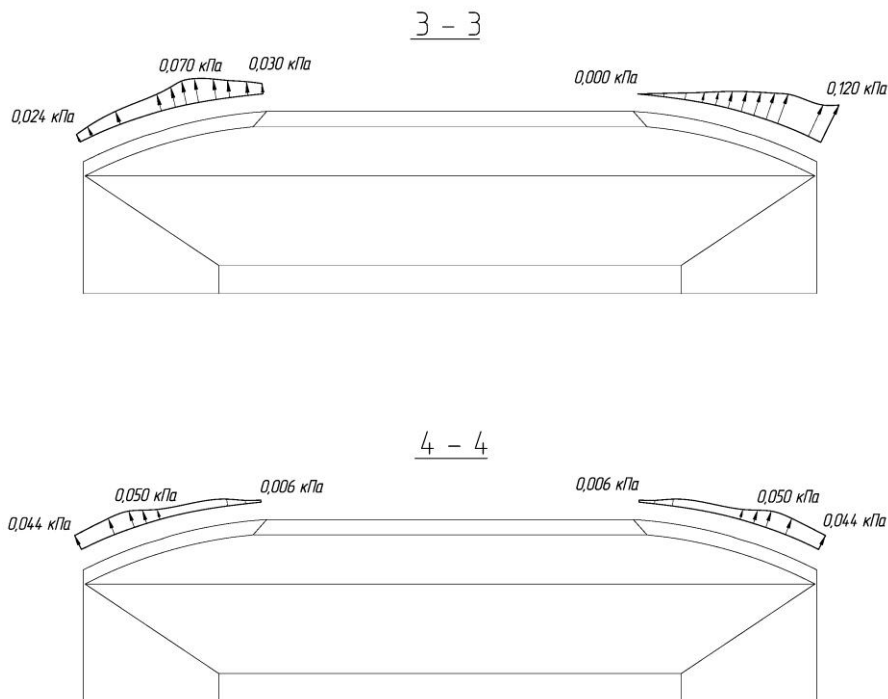


Рис. 4-2. Характерные разрезы со значением аэродинамических коэффициентов

Почти все значения аэродинамического коэффициента отрицательные, что вполне объясняется обтекаемой формой сооружения. В напорной зоне возникают максимальные по модулю нагрузки, значение которых резко уменьшается при изменении направления ветра.

#### Основные выводы

1. Исследование навесных покрытий сложной геометрической формы на ветровую нагрузку является актуальным, так как методика расчета, предлагаемая СП, несовершенна.

2. Выполнена продувка макета в масштабе 1:200 в аэродинамической трубе. На основе результатов эксперимента были найдены значения статического давления в характерных точках поверхности, а также получены эмпирические формулы для определения аэродинамических коэффициентов.

3. Графическое сравнение экспериментальных и теоретических данных, полученных на основе эмпирических формул, показало их хорошую сходимость.

4. Получены значения аэродинамических коэффициентов для навесного покрытия, которые могут использоваться при проектировании и их можно рекомендовать для уточнения действующих СП «Нагрузки и воздействия».

5. Полученные результаты были применены при дипломном проектировании футбольного стадиона в Нижнем Новгороде с навесным комбинированным покрытием и несущими арками.

#### Литература

1. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
2. Степнов, М. Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: справочник / М. Н. Степнов. – М.: Машиностроение, 1985.
3. Львовский, Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул / Е. Н. Львовский. – М.: Высшая школа, 1988.

**А. А. Яворский, В. В. Мартос**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНТРОЛЯ, НАДЗОРА И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В последние десятилетия объемы применения монолитного бетона в жилищном строительстве России постоянно увеличиваются. Так, в Нижнем Новгороде только за период с 2009 по 2012 годы рост «монолита» составил 25 %, а его доля в объеме жилищного фонда страны по данным Росстата выросла с 0,8 % общей площади в 2008 г. до 1,2 % в 2011 г.

Динамично развивается монолитное домостроение и за рубежом, в т.ч. в бывших республиках СССР. Так, в Республике Беларусь при общем доминировании строительства из сборного железобетона использование «монолита» в стране за 6 лет возросло более чем в 8 раз, а в столице (г. Минск) практически в 9,5 раз (рис.1).

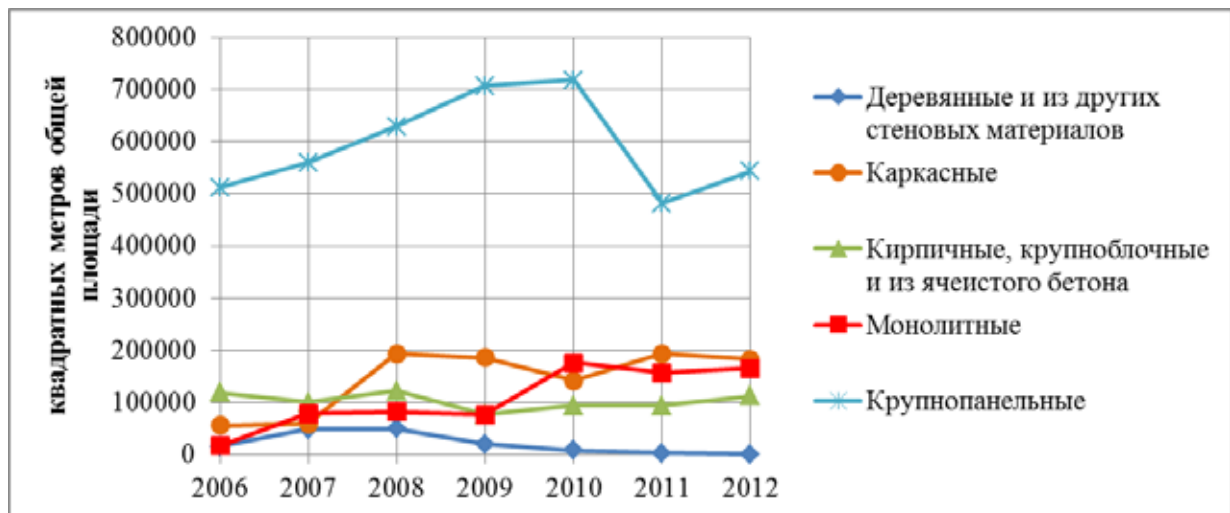


Рис. 1. Ввод в эксплуатацию жилых домов из различных материалов в г. Минске Республики Беларусь по данным Белстата, м<sup>2</sup>

Однако, по данным японских специалистов [1] в целом объемы производства и использования монолитного бетона в Российской Федерации значительно уступают показателям европейских стран и США, что наглядно видно из данных на рис.2.

К сожалению, возведение монолитных объектов в России отличается от ведущих стран мира крайне низкой производительностью труда и качеством исполнения работ [2]. В среднем затраты труда в отечественном строительстве в 1,5–2,5 раза выше по сравнению с аналогичными работами в строительных фирмах технически развитых стран [3]. Определенную роль, конечно, играет значительная продолжительность зимних условий бетонирования, но и она не оправдывает более чем 6-кратное отставание по производительности труда по сравнению с США (см. рис. 3) [4].

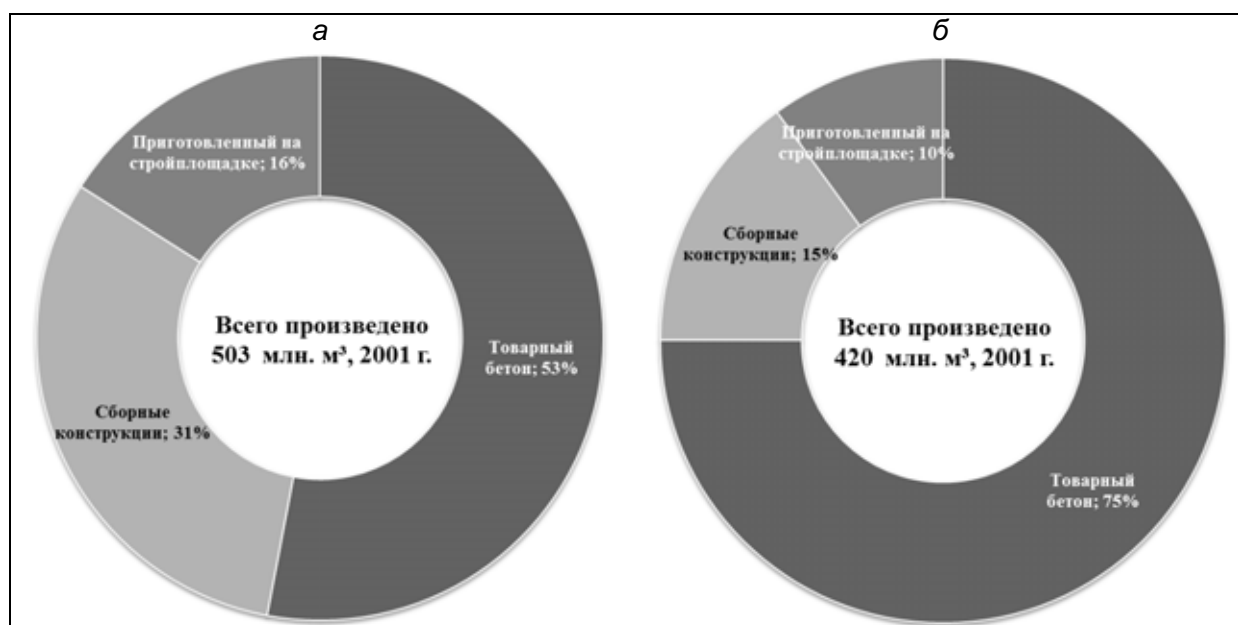


Рис. 2. Объемы применения монолитного и сборного бетона в Европе и США:  
 а – производство бетона в Европе (исключая Францию, Данию и Швецию);  
 б – производство бетона в США

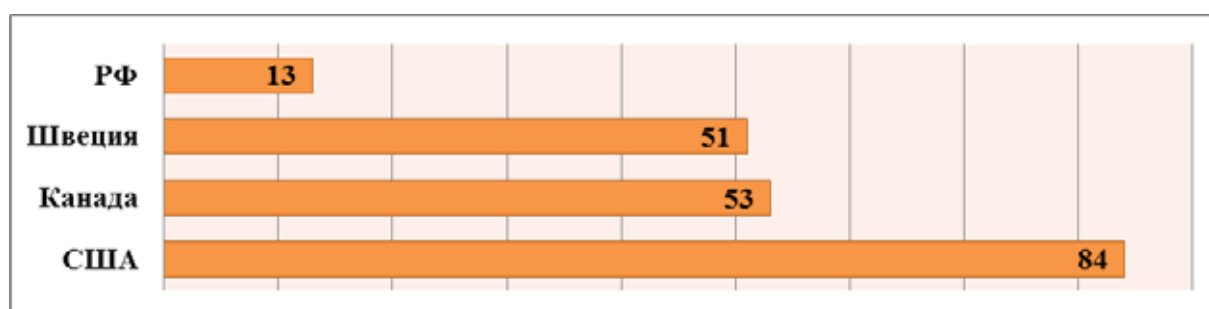


Рис. 3. Производительность труда на одного занятого строителя, м²/год

Особого внимания требует решение вопроса повышения качества российского монолитного строительства, основные проблемы которого давно общеизвестны [5], однако до настоящего времени так и остаются актуальными. Основные причины этого заключаются в низкой технологической культуре и производственной дисциплине большинства строительных фирм, отсутствии качественной профессиональной подготовки и переподготовки кадров, необходимого объема технологической документации и надежной системы контроля качества выполняемых работ.

В сложившихся обстоятельствах наиболее важным является совершенствование системы контроля и надзора за качеством монолитного строительства. В соответствии с СП 48.13330.2011 «Организация строительства» действующая в РФ система включает самоконтроль со стороны подрядчика, строительный контроль со стороны заказчика, авторский и государственный надзоры. Контроль со стороны государства осуществляется инспекцией государственного строительного надзора (ИГСН), созданной в соответствии с постановлением Правительства РФ № 54 от 01.02.2006 г. «О государственном строительном надзоре в Российской Федерации» и требующей образования местных ИГСН в отдельных регионах страны. Однако имеющиеся случаи серьезной перегрузки инспекторов, безусловно, отражаются на качестве надзора. Так, в Нижегородской области средняя

нагрузка на 1 инспектора составляла по количеству поднадзорных объектов за 2011 г. – 40 шт., 2012 г. – 43 шт. при нормативных требованиях в 10–15 объектов.

Вторым нерешенным до конца вопросом является состояние нормативной базы, регламентирующей контроль качества работ в монолитном строительстве. В настоящий момент он осуществляется в соответствии с СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» и ряда ГОСТ. Согласно СП 48.13330.2011 при операционном контроле осуществляют проверку соответствия последовательности и состава выполняемых технологических операций требованиям технологической и нормативной документации, распространяющейся на данные технологические операции; соблюдения технологических режимов, установленных технологическими картами и регламентами; соответствия показателей качества выполнения операций и их результатов требованиям проектной и технологической документации, а также распространяющейся на данные технологические операции нормативной документации.

Места выполнения контрольных операций, их частота, исполнители, методы и средства измерений, формы записи результатов, порядок принятия решений при выявлении несоответствий установленным требованиям должны соответствовать требованиям проектной, технологической и нормативной документации.

*Однако порядок действий при выявлении несоответствий установленным требованиям не приводится ни в одном российском документе.*

Именно эта составляющая должна быть разработана в соответствии с требованиями международных стандартов серии ИСО 9000, многие из которых стали ГОСТ РФ. Этот вопрос уже решен в системе европейских норм. Так, согласно EN 13670:2009 «Execution of concrete structures» («Возведение железобетонных конструкций») контрольные операции входят в блок менеджмента качества. Этот европейский стандарт СТБ EN 13670-2012 «Возведение бетонных и железобетонных конструкций» в настоящий момент в идентичном виде стал государственным стандартом Республики Беларусь – страны, которая входит в ЕврАзЭС.

Вопрос о возможности использования в практике российского проектирования и строительства норм и стандартов европейских государств был поднят в проекте Постановления Правительства РФ еще в 2010 г. Основная задача такого подхода – внедрение прогрессивных зарубежных проектных решений в отечественную практику. В связи с этим следует, по возможности, максимально сближать структуру и содержательную часть российских норм с соответствующими европейскими, при этом максимально сохраняя действующую в нашей стране терминологию и все достоинства российских стандартов.

Касаясь монолитного домостроения, нельзя не затронуть вопрос совершенствования контроля качества бетона монолитных конструкций. В настоящий момент его основные положения определены ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» и рядом развивающих его положений стандартов. Однако анализ зарубежного опыта в области неразрушающего контроля с использованием метода отрыва со скалыванием показывает серьезные возможности его совершенствования, которые уже реализуются за рубежом.

В итоге можно констатировать, что многогранные достоинства «монолита», обеспечивающие его приоритетное развитие в последние годы, в полной мере можно реализовать только в случае профессионального возведения объектов с действенной системой контроля, надзора и научно-технического сопровождения, что обеспечит главное – их надежность, безопасность и долговечность.

#### Литература

1. Koji Sakai The sustainable use of concrete / Koji Sakai, Takafumi Noguchi. – CRC PRESS : Boca Raton, London, New York, 2012. –170pp.
2. Яворский, А. А. Проблемы обеспечения качества монолитных объектов / А. А. Яворский, В. В. Мартос // Жилищное строительство. – 2010. – № 3. С. 6–8.

3. Головнев, С.Г. Производство бетонных работ в зимних условиях. Обеспечение качества и эффективность : учеб. пособие / С. Г. Головнев, Ю. М. Красный, Д. Ю. Красный. – М. : Инфра-Инженерия, 2012. – 336 с.

4. Яковлев, В. А. Там, где крутятся башенные краны, видна экономическая жизнь / В. А. Яковлев // Вестник Российского союза строителей. – 2013. – № 1. С. 8–9.

5. Яворский, А. А. Монолитное строительство в свете требований закона «О техническом регулировании» / А. А. Яворский, О. Е. Сенников // Строительные материалы. – 2005. – №6. С.7–8.

**А. А. Яворский, Е. А. Мордвина**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ГИДРОФОБИЗАТОРОВ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ**

Динамично развивающееся строительство в России диктует необходимость применения новых современных материалов и технологий, способных продлить срок службы возводимых сооружений и снизить затраты на их ремонт. Известно, что большинство строительных материалов разрушается под действием воды. Мигрируя в порах, вода постепенно растворяет соли, что при переменном увлажнении и высыхании нарушает структуру, уменьшает прочность материала. Кроме того, растворенные соли диффундируют на поверхность строительного материала и образуют на нем пятна (высолы), которые портят внешний вид строительных конструкций [1]. Поэтому для увеличения долговечности, сохранения и улучшения эксплуатационных свойств строительных материалов, прежде всего, следует защитить их от воды.

В современных условиях строительства все большие требования предъявляются к качеству и возможности использования материалов в различных условиях эксплуатации как при наружной отделке, так и внутри помещений. На практике для внутренней отделки помещений широкое применение нашли цементно-древесностружечные плиты, гипсоволокнистые листы. Одним из материалов, который представляет особый интерес строителей в настоящее время благодаря его качественным характеристикам (теплозвукоизоляции, экологичности, пожаробезопасности), является гипсостружечная плита (ГСП), которая обладает рядом преимуществ по сравнению с другими материалами.

Данный продукт находится на стадии внедрения на российский рынок. Концепция ГСП была разработана в Германии, а первые панели, состоящие из древесной стружки и гипсового связующего материала, были представлены в 1982 году. В 1985 году финская компания «SasmoX» начала промышленное изготовление гипсостружечного листа. ГСП является довольно популярным материалом в европейских странах. На российском рынке они появились не так давно, но уже успели получить высокую оценку потребителей. В настоящее время ООО ПГЗ «Декор-1» является единственным предприятием на территории РФ, производящим ГСП.

ГСП используются для облицовки внутренней поверхности стен жилых и промышленных зданий, обшивки потолков и пола, монтажа подоконников и внутренних перегородок, при этом условием является сухой или нормальный температурно-влажностный режим в помещениях. Основной задачей на данном этапе становится возможность использования гипсостружечных плит в условиях повышенной влажности.

Одним из способов предотвращения увлажнения различных строительных материалов и конструкций, широко распространенных в настоящее время, является гидрофобизация. Гидрофобизаторы, применяемые для этой цели, должны глубоко проникать в поры, при высыхании не образовывать поверхностной корки, не

препятствовать испарению влаги из материала, сохранять цвет и фактуру поверхности, а также обладать высокой химической стойкостью, термостойкостью и стойкостью к атмосферным воздействиям, быть безвредными и экономичными. Наиболее полно перечисленным свойствам соответствуют кремнийорганические соединения, которые нашли широкое применение в мировой практике. Самые распространенные из них – алкилсиликонаты, алкоксисиланы, силаны, полиметилсилоксановые жидкости – используются для гидрофобизации как в чистом виде, так и в виде водных растворов и эмульсий, растворов в органических растворителях [2].

На кафедре ТСП ННГАСУ нами была проведена серия экспериментов, цель которых заключалась в поиске наиболее эффективных гидрофобизаторов, способных создать на поверхности ГСП водоустойчивое покрытие, сохраняющее свои свойства на протяжении длительного срока в условиях повышенной влажности.

Качество гидрофобизации определяли степенью защиты строительного материала от проникновения в него воды двумя способами. Первый способ заключался в оценке смачиваемости поверхности образцов по наличию «эффекта росы». Данный показатель количественно оценивали краевым углом смачивания  $\theta$  (если  $\theta < 90^\circ$ , то поверхность гидрофильна, а если  $\theta > 90^\circ$  – поверхность гидрофобна) [1, 4] и углом скатывания капель с поверхности, обработанной кремнийорганическими гидрофобизаторами.

Так как в настоящее время существуют множество противоречивых мнений об эффективности испытаний, основанных на измерении краевого угла смачивания (поскольку при этом не учитываются естественные условия, при которых происходит увлажнение вертикальных поверхностей ограждающих конструкций и не наблюдается основной показатель, характеризующий эффективность гидрофобизатора – снижение водопоглощения обрабатываемого им строительного материала), нами параллельно был использован RILEM Test Method II.4 (метод Карстена) [3], разработанный Международным союзом лабораторий и специалистов в области испытаний строительных материалов, систем и конструкций и рекомендованный для оценки водопоглощения в естественных условиях за определенный период времени. Его суть заключается в определении точного количества воды, проникающего за единицу времени через единицу площади поверхности материала. Высота столба жидкости равная в приборе 100 мм (10 мл), соответствует силе давления капель дождя при ветре со скоростью равной 120 км/ч [3], что соответствует условиям урагана. Поэтому при проверке строительных конструкций по этой методике будет обеспечен достаточный запас водонепроницаемости для стандартных условий эксплуатации сооружения.

Для проведения исследований в лабораторных условиях нами были взяты образцы ГСП «Декор-1» из одной партии одинакового размера 10×30×60 мм и кремнийорганические гидрофобизаторы «Пента<sup>®</sup>-804», «Пента<sup>®</sup>-814», «Пента<sup>®</sup>-820», «Типром», «Неогард-1» и их водные растворы (1:1).

Экспериментальные исследования проводились в три этапа.

На первом этапе оценивали эффективность работы исследуемых гидрофобизаторов контролем смачиваемости поверхности. Образцы ГСП взвешивали на лабораторных весах, затем с помощью кисти наносили на их поверхность гидрофобизирующие составы и их водные растворы (1:1) в два слоя с интервалом в две минуты и определяли прирост в массе после пропитки. Через 10 минут после полного впитывания гидрофобизатора с помощью пипетки капали на поверхность дистиллированную воду и определяли эффективность гидрофобизирующего состава по наличию или отсутствию «эффекта росы» на поверхности образца и углу скатывания. Измерение краевого угла смачивания и угла скатывания проводили методом анализа фотоизображения.

Полученные данные при испытании образцов подтвердили эффективность трех из пяти изученных гидрофобизирующих составов «Пента<sup>®</sup>-814», «Пента<sup>®</sup>-820», «Неогард-1» и двух водных растворов «Пента<sup>®</sup>-814», «Неогард-1», причем два из них («П-820», «Неогард-1») не были ранее рекомендованы к использованию для



строительных материалов и изделий на основе гипса. Но действенный эффект «П-820» был выявлен только после выдерживания образца при комнатной температуре и атмосферном давлении в течении 10–12 суток, а водный раствор «П-820» вовсе оказался неэффективным.

На втором этапе измеряли водопоглощение образцов из гипсостружечных плит (по методу Карстена), обработанных гидрофобизирующими составами, эффективность которых была подтверждена на первом этапе эксперимента, с учетом особенностей работы материалов. В ходе испытаний по методу Карстена градуированную трубку фиксировали на горизонтальной поверхности испытуемого материала с помощью мастики. Трубку заполняли водой до границы верхнего деления (10 мл) и определяли объем сорбированной воды через 2, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 минут. Были проведены сравнительные испытания на водонепроницаемость ГСП, покрытых только гидрофобизирующими составами, и ГСП, дополнительно окрашенных акриловой краской.

По результатам испытаний наименьшее водопоглощение гипсостружечных образцов при продолжительности испытания 80 мин наблюдалось на плитах, обработанных гидрофобизатором «П-814», причем эффективность гидрофобизации увеличивается в 6 раз после окрашивания плит акриловой краской, по сравнению с обычной обработкой поверхности гидрофобизатором в два слоя.

На третьем этапе определяли адгезию на отслаивание акриловой краски от поверхности гипсостружечного образца, обработанного гидрофобизатором. Испытания по определению адгезии проводили при разной последовательности нанесения слоев гидрофобизатора и краски, а также сроков выдерживания гидрофобизатора перед нанесением краски.

В результате исследований было выявлено, что величина силы сцепления зависит от продолжительности выдерживания гидрофобизатора, нанесенного на образец, и возрастает при окрашивании плит по свежее обработанной гидрофобизатором поверхности приблизительно на 5 %. Последовательность нанесения слоев краски и гидрофобизатора практически не влияет на действенный эффект гидрофобизаторов, причем величина адгезии возрастает или уменьшается в зависимости от используемого гидрофобизатора.

Комплексом проведенных исследований было установлено, что наиболее эффективными для гидрофобизации ГСП «Декор-1» являются кремнийорганические гидрофобизаторы «П-814» и «Неогард-1». Гипсостружечные плиты, обработанные данными составами имеют минимальное водопоглощение (5 и 2 мл) и максимальную адгезию к поверхности (149,86 и 117,78 г/см), обработанной акриловой краской. Наиболее эффективный гидрофобизатор «П-814» был рекомендован к внедрению для повышения качественных характеристик гипсостружечных плит с возможностью обработки поверхности, уже окрашенной акриловыми красками, либо предварительно перед покраской.

#### Литература

1. Павлов, В. И. Эффект «росы» как метод оценки гидрофобности поверхности / В. И. Павлов, А. И. Простякова // Технологии бетонов, 2010. – № 9. – С. 88–89.
2. Волженский, А. В. Минеральные вяжущие вещества: технология и свойства / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников / Научное издание – М.: Изд-во Ассоциация строительных вузов, 2006. – 368 с.
3. Методика оценки качества гидрофобизации строительных материалов минерального происхождения, М. – 2011.
4. Уразаев, В. Гидрофильность и гидрофобность / В. Уразаев // Технологии в электронной промышленности. – 2006. – №3. – С. 33–36.

**А. А. Яворский, С. А. Смирнов, В. В. Мартос**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ МОНОЛИТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ**

В связи с постоянно продолжающимся ухудшением состояния жилищного фонда России все более актуальным становится вопрос коренного реформирования функционирования жилищно-коммунального комплекса страны. Последние 20 лет характеризуются стабильным увеличением жилищного фонда, находящегося в аварийном состоянии. На диаграмме, построенной по данным Реестра аварийных домов, полученным на основании сведений субъектов Российской Федерации, на 1 января 2007, 2010 и 2012 гг. представлена информация по объему жилья, признанного аварийным в многоквартирных домах (см. рис. 1). Как видно, темпы его роста незначительно замедлились, однако масштабы проблемы приближаются к критическим. При этом необходимо учитывать желание руководителей регионов по возможности снизить негативные показатели, в результате чего данные различных источников существенно различаются. Так, по данным Федеральной службы государственной статистики по состоянию на 01 января 2011 года в Российской Федерации общее число многоквартирных домов, имеющих износ от 30 до 65 %:процентов и требующих капитального ремонта, составило 1 639 451, где проживают около 45 млн человек, объем ветхого и аварийного жилья в зданиях, имеющих износ более 66 % – 56,1 млн кв. м. (в том числе ветхого – 39,3 млн кв. м., аварийного – 16,8 млн кв. м.). Последнее значение показано на диаграмме пунктиром.



Объем жилья, признанного аварийным в Российской Федерации

Анализ официальных представленных статистических данных по динамике изменения качественного состояния жилищного фонда позволяет констатировать, что темпы нового строительства не обеспечивают воспроизводства выходящего из строя жилья, а объемы и качество ремонтно-строительных работ существенно отличаются от требуемых. В создавшихся условиях важнейшей задачей становится повышение эффективности работы по сохранению жилищного фонда в зонах экономической целесообразности проведения разных по сложности ремонтов или реконструкции.

На продолжительность жизненного цикла строительных сооружений значительно влияет большое количество различных факторов, связанных с процессами изысканий, проектирования, возведения и эксплуатации. Желание многих инвесторов минимизировать затраты на проектирование и/или реализацию проектных решений имеет достаточно серьезные негативные последствия при эксплуатации

объекта. За рубежом уже давно эффективно используют принцип «Один доллар, вложенный в обеспечение долговечности на стадии проектирования, эквивалентен пяти долларам, потраченным на превентивную эксплуатацию, и двадцати пяти долларам, требующимся на коррективную эксплуатацию». Разумный и экономически обоснованный подход привёл на Западе к реализации концепции интеллектуализации зданий и масштабному строительству «умных домов». По определению Американской национальной академии наук «интеллектуальное здание» (ИЗ) имеет четыре системных признака: эффективное потребление энергоресурсов, единые системы обеспечения безопасности, единые телекоммуникационные системы и автоматизацию рабочих процессов.

Такие здания позволяют не только создать комфортные и безопасные условия работы или проживания, но и существенно снизить эксплуатационные затраты за счет существенного сокращения потребления всех видов ресурсов. Практический опыт их строительства в различных зарубежных странах подтверждает определение, что ИЗ – это здание, в котором инновации объединяются с успешным управлением для максимизации возвращаемых инвестиций.

К сожалению, в России строительство ИЗ еще редкое явление, за исключением комплекса объектов Москвы и Санкт-Петербурга. Однако постепенно и в регионах растет понимание перспективности вложений в такое строительство и все чаще осуществляется внедрение отдельных элементов «умных домов». Российская практика строительства и эксплуатации ИЗ подтвердила, что при технико-экономически обоснованном подходе и рациональных затратах на основных стадиях жизненного цикла здания обеспечивается минимизация суммарных расходов, и, соответственно, удельных значений показателя на 1 год его существования при продлении эффективного срока службы объекта.

Однако сегодняшний качественный уровень основной массы жилищного фонда РФ не нуждается в комментариях и требует решения задачи максимально эффективно продлить период возможной безопасной эксплуатации зданий. Это даже в более благоприятных обстоятельствах требовало значительных материальных затрат, составлявших 6–8 % в год от восстановительной стоимости здания [1].

В настоящее время в ремонтном обслуживании жилищного фонда России преобладают эмпирические подходы. Методическая основа организации технической эксплуатации жилых зданий крайне скудна и в основном предназначена для определения некоторой усредненной, абстрагированной от реального состояния фонда потребности в затратах на эксплуатацию. Между тем планирование призвано решать вопросы не только определения потребностей в той или иной продукции, но и соотношения этих потребностей с имеющимися возможностями: с наличными или предполагаемыми финансовыми, материальными и трудовыми ресурсами. Поэтому необходима разработка новых эффективных подходов по совершенствованию организации эксплуатации объектов.

Основная причина сложного положения в ЖКХ заключается в исторически недостаточном внимании к вопросам эффективной эксплуатации и ремонта зданий по сравнению с новым строительством, финансированию ремонтно-строительных работ по «остаточному принципу», и, как результат, – отсутствие в этой сфере деятельности высококвалифицированных кадров и серьезных исследований [2–4].

До 1964 г. в стране не существовало единого нормативного документа, четко регламентирующего проведение технической эксплуатации жилых зданий. Планирование ограничивалось составлением годовых планов на основе выделяемых лимитов денежных средств. В годовой план включались здания с наибольшим числом отказов, а все виды ремонта сводились к поддержанию здания в рабочем состоянии.

Утверждение Приказом Госстроя СССР от 08.09.1964 г. документа № 147 «О введении в действие Положения о проведении планово-предупредительного ремонта жилых и общественных зданий», обязательного для всех министерств и ведомств, впервые поставило жилищные организации перед необходимостью разработки перспективных планов капитального ремонта. С выходом положения о ППР

обозначилось прогрессивное направление в работе по улучшению эксплуатации и сохранности жилищного фонда. Однако на практике план капитального ремонта составляется не для каждого здания в отдельности, а для множества разнотипных по технической характеристике, году постройки, физическому и моральному состоянию зданий. При этом комбинация указанных параметров носит весьма случайный характер, определяющийся сложной предысторией развития жилищного фонда.

Положение о ППР не давало возможности учитывать условия ресурсосбережения, а позволяло определить некую абстрактную потребность в ремонте, в то время как важнейшей задачей планирования является конкретное определение потребностей, их соизмерение с возможностями и принятие на основе этого соизмерения решений, всегда являющихся определенным компромиссом.

Разработанные взамен Положения о ППР ведомственные строительные нормы ВСН 58-88(р) «Положение об организации и проведение реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения», а позднее – МДК 2-03.2003 «Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда» не преодолели принципиальных методических недостатков старого документа в части долгосрочного и среднесрочного планирования капитального ремонта.

По мнению авторов, в настоящий момент целесообразен переход к оптимизационному подходу, позволяющему осуществлять стратегическое планирование не только технической эксплуатации, но и каждого этапа жизненного цикла жилого здания и распределять ресурсы в условиях дефицита средств. В общем виде оптимизационная модель планирования и проектирования каждого этапа жизненного цикла (проектирование, возведение и техническая эксплуатация) представляет собой систему принятия вариантов технических и инвестиционных решений, позволяющих минимизировать затраты на длительном промежутке времени. В результате решения такой задачи получается оптимальный с экономической точки зрения план реализации инвестиционных строительных проектов. Оптимизационный подход может быть заложен в основу методологии технико-экономического обоснования организации эксплуатации жилищного фонда и может служить эффективным инструментом для формирования инвестиционных схем работ по технической эксплуатации жилых зданий.

#### Литература

1. Техническое обслуживание ремонт зданий и сооружений. Справочное пособие / Под редакцией М. Д. Бойко. — М.: Стройиздат, 1993. — 207 с.
2. Шрейбер, К. А. Технология и организация ремонтно-строительного производства / К. А. Шрейбер.— М. : Издательство АСВ, 2008 – 295 с.
3. Техническая эксплуатация жилых зданий: Учеб. для строит. вузов /С. Н. Нотенко, А. Г. Ройтман, Е. Я. Сокова и др.: Под ред. А. М. Стражникова – М.: Высшая школа, 2000. – 429 с.
4. Блех, Е. М. Повышение эффективности эксплуатации жилых зданий / Е. М. Блех. – М. : СИ, 1987. – 174 с.

**АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ СООТВЕТСТВИЯ  
ПРОЕКТНЫХ ЕДИНИЦ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА  
УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ  
КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДАХ**

В настоящее время в ННГАСУ разрабатывается третья версия автоматизированной системы управления расчетом строительных объектов (АСУ РСО) на базе метода разделения объекта на проектные единицы (ПЕ), позволяющая проектным организациям при незначительных финансовых затратах существенно ускорить процесс проектирования сложных строительных объектов [1–3] (большая размерность задачи, динамика, физическая нелинейность, тепловые воздействия, моделирование последствий возможных террористических актов и прогрессирующего обрушения и т. д.)

В новой версии добавились:

- поддержка в качестве базового программного средства «Лира 9.4» (предыдущая версия поддерживала только версию «Лира 9.0»);
- возможность разделять конструкцию на ПЕ, соединённые между собой произвольным количеством стержней, в то время как во 2-й версии ПЕ могли соединяться только одним стержнем (рис. 1).

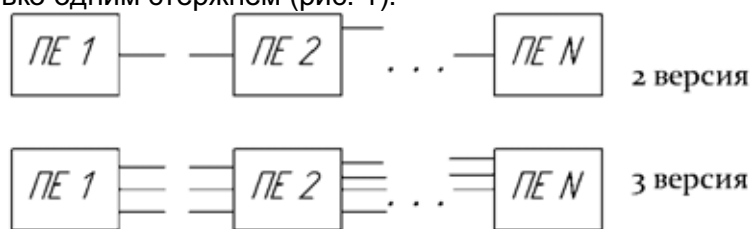


Рис. 1. Различия в версиях АСУ РСО

При разработке третьей версии мы были вынуждены вновь решать следующие задачи:

- формирование системы уравнений;
- управление базовым программным средством.

В рамках данной статьи рассмотрен алгоритм построения глобальной матрицы соответствия ПЕ. Для решения поставленной задачи необходимо составить  $6 \sum_{i=1}^n m(i)$

уравнений вида:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m(i)} \sum_{j=1}^6 \left[ \sum_{s=1}^6 \sum_{l=1}^6 \left[ -d_i^{1,k,j,s,l} \cdot F_{i-1}^{s,l} + d_i^{1,k,j,s,l+10} + d_{i+1}^{0,k,j,s,l} \cdot F_i^{s,l} - d_{i+1}^{0,k,j,s,l+10} \cdot F_{i+1}^{s,l} \right] = D_{i+1}^{0,k,j} - D_i^{1,k,j} \right], \quad (1)$$

где  $n$  – количество разрезов;  $k$  – номер общего узла;  $i$  – номер ПЕ / разреза;  $m(i)$  – количество общих узлов в разрезе;  $j$  – направление перемещения;  $s$  – номер общего узла, к которому приложено усилие  $F$ ;  $l$  – направление действия усилия (1–6 – слева, 11–16 – справа);  $d_i^{1,k,j,s,l}$  – перемещение в ПЕ  $i$  справа (если 0, то слева) в общем узле  $k$  в направлении  $j$  от действия единичного усилия в направлении  $l$ , приложенного в общий узел  $s$ ;  $F_i^{s,l}$  – усилие взаимодействия в разрезе  $i$ , приложенное в общий узел  $s$  в направлении  $l$ ;  $D_i^{0,k,j}$  – перемещение от внешней (фактической) нагрузки в ПЕ  $i$  слева (если 1, то справа) в общем узле  $k$  в направлении  $j$ .

Для реализации алгоритма было принято решение перейти от шести индексов при коэффициентах  $d$  трех индексов при коэффициентах  $D$  к двум и одному индексам соответственно:

$$a_{\alpha,\beta} \cdot x_{\beta} = b_{\alpha}, \quad (2)$$

где 
$$\alpha = 1, \dots, u = 6 \sum_{i=1}^n m(i), \quad \beta = 1, \dots, u = 6 \sum_{i=1}^n m(i).$$

Общая схема алгоритма приведена на рис. 2. Вычисление коэффициентов  $a\alpha\beta$  матрицы  $A$  представлено на блок-схеме (рис. 3).

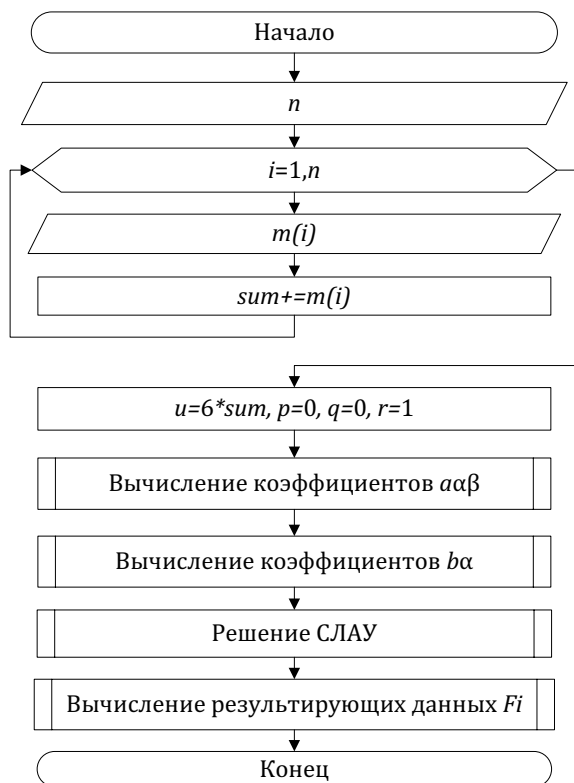


Рис. 2. Общая схема математической модели

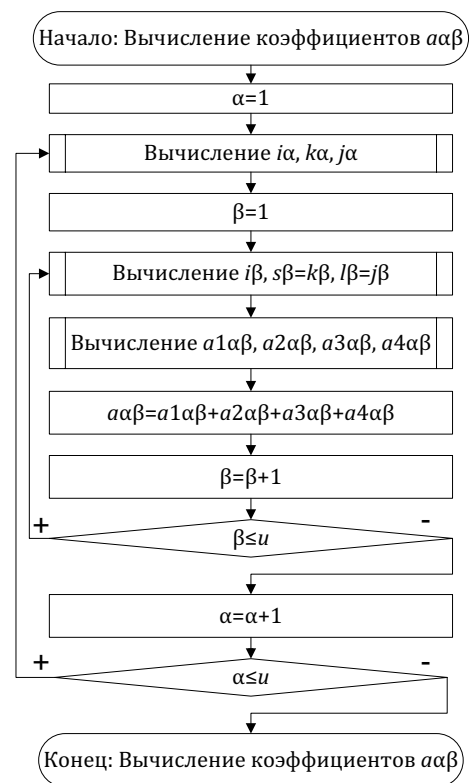
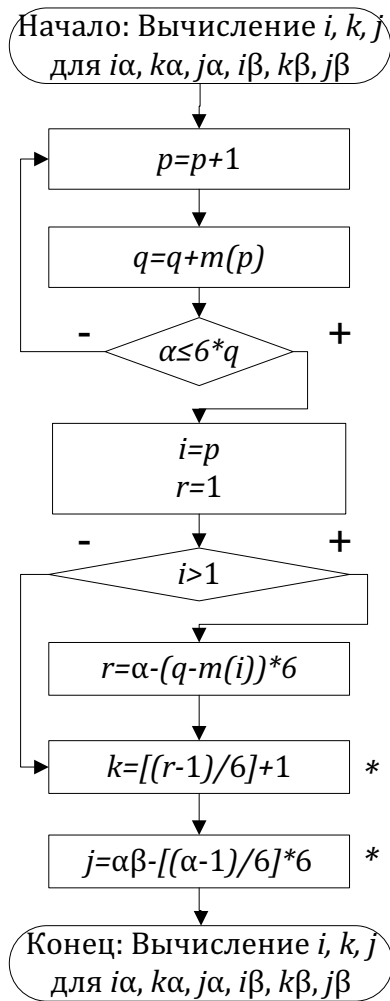


Рис. 3. Блок-схема вычисления коэффициентов  $a\alpha\beta$  матрицы  $A$

Блок-схемы вычисления структурных индексов  $i, k, j$  и коэффициентов  $b\alpha$  приведены на рис. 4 и 5 соответственно. Блок-схема вычисления коэффициентов  $a1\alpha\beta, a2\alpha\beta, a3\alpha\beta, a4\alpha\beta$  представлена на рис. 6.



\* [...] – целая часть

Рис. 4. Блок-схема вычисления структурных индексов  $i, k, j$  для  $i\alpha, k\alpha, j\alpha, i\beta, k\beta, j\beta$

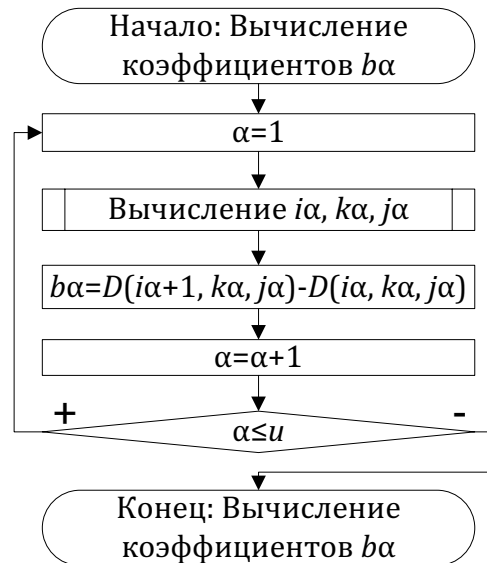


Рис. 5. Блок-схема вычисления коэффициентов  $b\alpha$

После формирования и решения системы уравнений (2) модифицированным методом Гаусса с выбором ведущего элемента необходимо полученные результаты  $(x_\beta)$  преобразовать обратно к виду  $F_i^{s,l}$ , соответствующему (1). Блок-схема преобразования представлена на рис. 7.

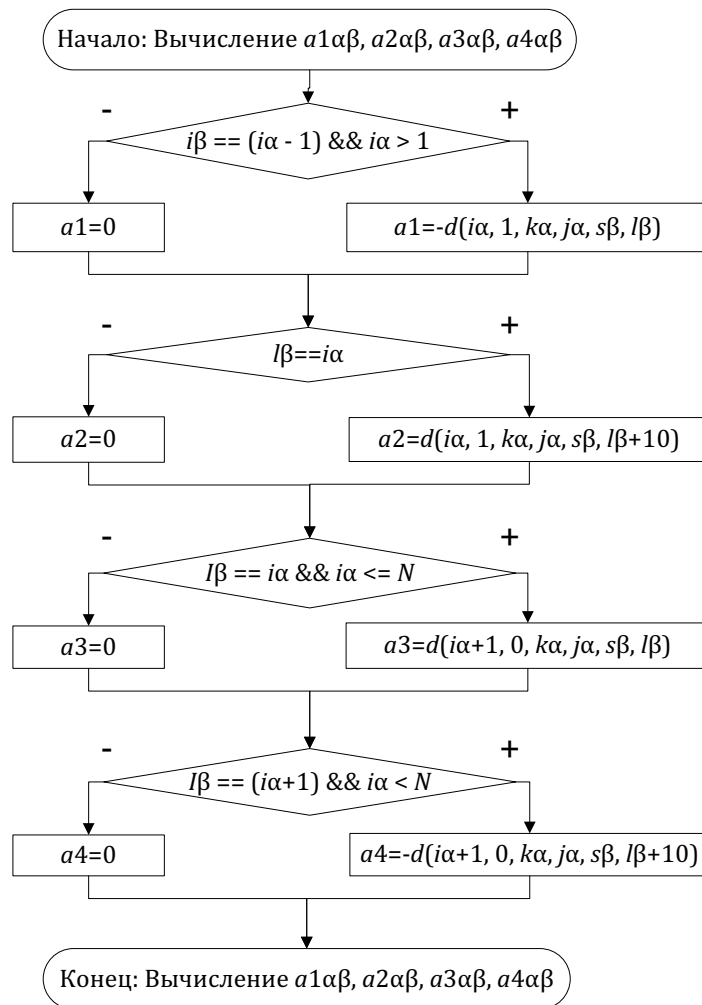


Рис. 6. Блок-схема вычисления коэффициентов  $a_{1\alpha\beta}$ ,  $a_{2\alpha\beta}$ ,  $a_{3\alpha\beta}$ ,  $a_{4\alpha\beta}$ .

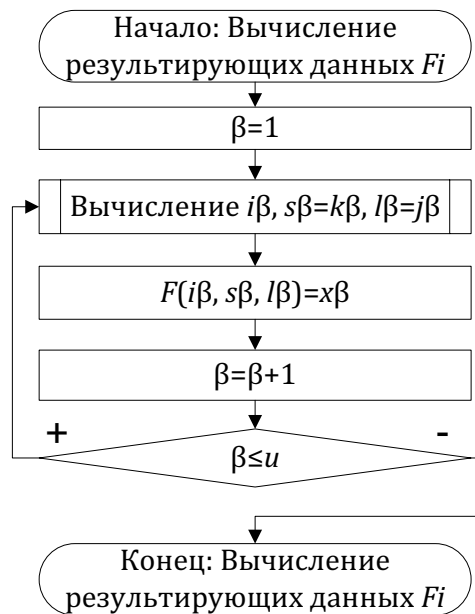


Рис. 7. Блок-схема преобразования вектора решения системы уравнений (2) вида  $x_\beta$  к виду  $F_i^{s,l}$



Представленный на рис. 2–7 алгоритм был программно реализован на языке C#, внедрен в третью версию АСУ РСО и успешно протестирован.

#### Литература

1. Супрун, А. Н. Многоуровневое распараллеливание расчётов строительных конструкций в распределённых вычислительных средах / А. Н. Супрун, Д. И. Кислицын // 14<sup>th</sup> International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (14<sup>th</sup> ICCSBE), 27 – 29 June – Moscow: Publishing House «ASV», 2012.

2. Кислицын, Д. И. Укрупнённая схема построения распределённых вычислений при расчётах сложных строительных конструкций методом разделения на проектные единицы / Д. И. Кислицын, В. Е. Хромых // Материалы XII Всероссийской конференции «Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах», 26–28 ноября 2012 г. – Н. Новгород: изд-во Нижегородского государственного университета, 2012. – 496 с.

3. Кислицын, Д. И. Численная реализация метода разделения конструкции на проектные единицы / Д. И. Кислицын, В. Е. Хромых // Материалы 23-й Всероссийской научно-технической конференции по графическим информационным технологиям и системам «КОГРАФ-2013» – Н. Новгород, 2013.

## **КРУГЛЫЙ СТОЛ**

### **«ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ»**

*В. В. Бордачев, Л. Н. Губанов, В. И. Зверева, Д. В. Бояркин,  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

#### **РЕГИОНАЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИЯ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ**

Твердые бытовые отходы являются богатым источником вторичных материальных ресурсов (в том числе черных, цветных и редких металлов). В состав ТБО входят углеродсодержащие компоненты, которые могут быть превращены в энергетическое сырье для топливной энергетики [1].

Проблема отходов резко обострилась на рубеже веков ввиду того, что:

- во-первых, резко увеличилась масса промышленных отходов вследствие интенсивного развития производства;
- во-вторых, в период научно-технической революции появилось множество наименований новых видов отходов (полициклические углеводороды, диоксины, хлорированные углеводороды и т. д.);
- в-третьих, вследствие улучшения благосостояния населения увеличилась масса твердых бытовых отходов, особенно за счет упаковочных материалов.

Проблема обращения с твердыми бытовыми отходами сточных вод – это, прежде всего, проблема экологическая. Весьма важно, чтобы процессы хранения, переработки и утилизации ТБО были экологически безопасными [2–3].

Для решения этой проблемы необходимо:

- четко классифицировать отходы по способу образования, классам опасности для окружающей среды;
- разработать нормативно-правовое государственное регулирование в сфере обращения с отходами;
- разработать методы переработки и утилизации отходов.

Нижегородская область – крупный промышленный регион России. Поэтому, как и для всей России в целом, проблемы, связанные с образованием, обезвреживанием и переработкой твердых отходов для Нижегородской области на сегодняшний день являются одними из самых актуальных. В настоящее время для Нижегородской области создание комплексной системы управления отходами производства и потребления является одной из важнейших задач [4– 5].

Источниками твердых отходов на территории Нижегородской области являются промышленные и сельскохозяйственные предприятия, учреждения общественного назначения, а также хозяйственная деятельность населения.

Численность населения Нижегородской области на 1 января 2012 года составила 3 390 160 человек. В табл. 1 представлены данные по образованию отходов на территории Нижегородской области.

**Масса твёрдых отходов на территории Нижегородской области**

Источник образования отходов	Масса отходов, т/год	Доля источника в общей массе ТБО, %
Нормативное количество ТБО от населения	873 148,7	69
Нормативное количество ТБО от объектов инфраструктуры	326 272,1	26
Количество ТБО от предприятий и организаций	57 962,8	5
Всего	1 257 383,6	100

Как видно из табл. 1, нормативное количество ТБО, образующееся от хозяйственной деятельности населения, составляет 873,15 тыс. т в год, от объектов инфраструктуры – 326,27 тыс.т.

Нормы накопления ТБО объектами инфраструктуры, расположенными на территории Нижегородской области, составляют 30–50 % от норм накопления ТБО от хозяйственной деятельности населения. При расчёте количества ТБО от учреждений и предприятий в городах Нижегородской области норма накопления была принята равной 40 %, в остальных населённых пунктах – 30 % от норм накопления ТБО от хозяйственной деятельности населения.

Нормативное количество ТБО, ежегодно образующихся у предприятий и организаций общественной инфраструктуры Нижегородской области, составляет 326,27 тыс. тонн. Отделить ТБО, образующиеся у населения от предприятий и организаций общественной инфраструктуры, не отчитывающихся по 2тп-отход, в настоящих условиях невозможно, т. к. отходы из обоих источников собираются совместно. Нормативное общее количество ТБО, образующихся у предприятий и организаций общественной инфраструктуры Нижегородской области и населения составляет 1199,42 тыс. тонн/год. Среднее количество ТБО, образующихся на промышленных предприятиях и в организациях области, составляет 57,96 тыс. тонн. Общая масса ТБО, образующаяся на территории Нижегородской области, включая предприятия и организации, составляет 1257,4 тыс. тонн в год.

В настоящее время все собираемые ТБО в полном объеме направляются на свалки. Однако ТБО являются источником вторичного сырья. Для оценки потенциала ТБО как вторичного сырья и обоснования необходимости строительства мусоросортировочных станций и внедрения отдельного сбора необходимо провести анализ морфологического состава отходов.

В табл. 2 представлен морфологический состав ТБО, а также масса утильных фракций, которая может быть собрана и использована в качестве вторичного сырья.

Общая масса утильных фракций ТБО, которая может быть отсортирована и использована в качестве вторичного сырья, составляет 485,3 тыс. тонн, остальная масса ТБО, в количестве 772,1 тыс. тонн, подлежит захоронению на полигонах.

Правительством Нижегородской области разработана программа, которая реализует принципиально новый подход в сфере управления отходами. Реализация региональной программы проводится в два этапа. Первый этап предусматривал переход области на новую систему сбора и вывоза отходов в течение 2008–2010 гг. Он включал в себя паспортизацию всех населенных пунктов области по мусорообразованию, инвентаризацию и места дислокации контейнерных площадок,

определение тарифной составляющей, а также анализ потоков отходов с закреплением маршрутных графиков.

Таблица 2

**Морфологический состав ТБО, образующихся на территории  
Нижегородской области**

Фракционный состав ТБО	Вес, %	Масса фракций, тонн	Доля вторичного сырья	Масса вторичного сырья, тонн
Пищевые отходы	23,56	296 239,55	0,300	88 871,87
Бумага, картон	30,24	380 232,77	0,535	203 424,53
Дерево	2,27	28 542,61	0,696	19 865,65
Металл черный	1,36	17 100,42	0,615	10 516,76
Металл цветной	0,91	11 442,19	0,443	5 068,89
Текстиль	1,Н	14 334,17	0,520	7 453,77
Кости	0,57	7 167,09	0,384	2 752,16
Стекло	9,68	121 714,72	0,431	52 459,05
Кожа, резина	0,54	6 789,87	0,473	3 211,61
Пластмасса	12,79	160 819,35	0,570	91 667,03
Прочее	10,55	132 653,96	0,000	0,00
Отсев	6,39	80 346,81	0,000	0,00
Всего:	100,00	1 257 383,49		485 291,31

В настоящее время продолжается работа по замене контейнерного и автомобильного парков. Потребность в евроконтейнерах Нижегородской области составляет 18 тысяч штук, в современных мусоровозах – 150 единиц. Сегодня в городах Нижегородской области уже установлено 12 тыс. евроконтейнеров, что обеспечивает около 65 % необходимого контейнерного парка, работают 47 современных мусоровозов, что составляет 32 % от потребности. Новой системой сбора и вывоза ТБО охвачено почти 50 % населения области, проживающего в 8 крупных городах (в т. ч. в Н. Новгороде).

Вторым этапом реализации программных мероприятий предусматривается консервация действующих полигонов, но для этого мы должны создать альтернативу – строительство 9 современных межрайонных полигонов ТБО (взамен имеющихся 250 свалок), 7 комплексов переработки отходов и 16 перегрузочных станций, что позволит оптимизировать логистику транспортных потоков. Стоимость второго этапа составляет 16 млрд руб., в том числе 95 % – это средства инвесторов. Срок реализации этапа – от 4 до 5 лет. К настоящему времени завершено строительство 2 из 9 планируемых межрайонных полигонов ТБО.

Строительство межмуниципальных полигонов осуществляется в соответствии с требованиями российского законодательства и нормами Европейского Союза, на основе которых разработаны региональные правила, определяющие «единые требования по строительству, реконструкции и эксплуатации мест размещения отходов производства и потребления».

Также региональной программой предусматривается комплекс мероприятий по обращению с медицинскими, строительными и промышленными отходами.

#### Литература

1. Губанов, Л. Н. Переработка и утилизация твердых отходов и осадков сточных вод / Л. Н. Губанов, В. И. Зверева, А. Ю. Зверева – 2-е изд. перераб. и доп. – Н. Новгород : ННГАСУ. 2011. – 386 с.

2. Экология Нижнего Новгорода : Монография / Д. Б. Гелашвили, Е. В. Копосов, Л. А. Лаптев – Н. Новгород : ННГАСУ, 2008. – 348 с.

3. Карлович, И. А. Геоэкология : Учебник для высшей школы. – М.: Академический проект: Альма-Матер, 2005. – 512 с.

4. Концепция развития системы обращения с отходами производства и потребления на территории Нижегородской области на 2008–2012 годы. Перспективы развития до 2017 года. – Н. Новгород, 2007. – 277 с.

5. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2009 г. Доклад. Министерство экологии и природных ресурсов Нижегородской области. – ФГУ «ТФГИ по Приволжскому федеральному округу». – Н. Новгород, 2010. – 289 с.

**Л. Н. Губанов**

*(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

### **УТИЛИЗАЦИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ШЛАМОВ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Обезвреживание сточных вод цехов гальванопокрытий в РФ осуществляется главным образом реагентными методами и сопровождается образованием гидроокисей и малорастворимых солей в виде шламов, содержащих токсичные и вместе с тем ценные цветные металлы: Cu, Ni, Zn, Cr и др.

Анализ состава шламов показывает, что по качественным и количественным характеристикам он не уступает ряду руд цветных металлов, а по некоторым показателям превосходит их. Поэтому утилизация шламов, помимо решения чисто экологических задач, является и ресурсосберегающей проблемой.

Известные способы переработки гальванических шламов можно разделить на два направления:

1) направление, основанное на выделении практически всех металлов в осадках и требующее реализации многостадийных схем, включающих стадии термической обработки, выщелачивания, многоступенчатой экстракции, ионного обмена, кристаллизации и т. д. К достоинствам рассмотренных технологий относятся высокая степень извлечения металлов и чистота получаемых продуктов. К недостаткам – необходимость предварительного отжига гальванического шлама в целях устранения возможного отравления ионообменных смол и экстрагентов органическими компонентами, содержащимися в шламах; использование в больших количествах огнеопасных веществ; многоступенчатость технологического процесса и большие расходы кислоты и щёлочи (соответственно 1 и 2 кг/кг шлама). Данные технологии относятся к «тонким» процессам, и их реализация требует сложного оборудования и систем контроля.

2) направление, ориентированное на извлечение только наиболее токсичных и ценных цветных металлов, перечисленных выше, основанное на выщелачивании с помощью аммиачных соединений. Эти технологии отличаются простотой аппаратного оформления и низкой стоимостью процесса за счёт группового выделения металлов и возврата в производство аммиака. К недостаткам следует отнести низкую селективность процессов, их продолжительность и зависимость степени извлечения металлов от влажности шлама.

В настоящем сообщении изложены пути повышения эффективности процесса утилизации за счёт увеличения селективности выщелачивания, уменьшения продолжительности технологического цикла в 2–3 раза, а также реализации практически безотходного процесса.

Осадки химико-гальванических процессов, поступающие на утилизацию, проходят ряд стадий.

Вначале шлам подвергают гидравлической активации водой высокого давления с образованием пульпы с определённым содержанием твёрдой фазы. Полученная пульпа поступает в реактор, куда вначале поступает соляная кислота, позволяющая разрыхлить структуру за счёт перевода в раствор нерастворимых в аммиачном растворе компонентов шлама. Приготовление пульпы позволяет устранить зависимость степени извлечения металлов от влажности шлама, поступающего на переработку, и засорения трубопроводов. Далее в этот же реактор подаётся аммиачная вода из сборника, которая совместно с соляной кислотой образует систему  $0,5\text{M NH}_4\text{Cl}+4\text{M NH}_4\text{OH}$ , которая и обеспечивает оптимальное селективное извлечение меди, никеля и цинка и переводит в осадок гидроокиси Ca и Mg. Для повышения степени извлечения металлов температуру в реакторе повышают до 35–40 °С. Более высокие температуры нежелательны из-за низкого парциального давления аммиака. После реактора суспензия подаётся на фильтр, где отделяют фильтрат от твёрдой фазы.

Твёрдую фазу направляют в конвейерную печь, где при 800–1200 °С хром переводится в  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . – практически нерастворимый и устойчивый в кислотах и щелочах. Это обеспечивает кондиционирование осадка с целью использования при изготовлении дорожных покрытий.

Фильтрат направляется в обогреваемый десорбер, где при 80 °С происходит распад аммиачных комплексов до гидроокисей цветных металлов и газообразного аммиака, который направляется в абсорбер, орошаемый водой. Полученная аммиачная вода возвращается в начало процесса на выщелачивание. Суспензию окислов и гидроокисей цветных металлов и подают на фильтр. Полученный осадок сушат в течение 2 часов при температуре 250 °С, после чего концентраты цветных металлов поступают на склад готовой продукции.

Данная технология была реализована в виде опытно-промышленной установки на одном из предприятий Нижнего Новгорода и успешно проработала в течение более 7 лет. На основании опыта эксплуатации был разработан проект для переработки всех шламов Нижнего Новгорода. К сожалению, из-за отсутствия финансирования проект не был реализован.

**П. В. Макаров**

*(НИУ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Н. Новгород, Россия)*

## **ИНДИКАТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ В РЕГИОНЕ ПФО**

На территориях субъектов Российской Федерации ПФО находится более 13 тыс. мест размещения отходов, более половины из них (около 7 000) являются санкционированными. Самым распространенным методом утилизации является депонирование несортированных отходов на полигонах и свалках. В год с территорий

городских поселений ПФО вывозится более 70 % бытового мусора, вывозимого в стране. Объем ТБО, перерабатываемых мусороперерабатывающими заводами ПФО, составляет более 62 % от общего объема, перерабатываемого в стране. Плотность размещения отходов на территории ПФО в среднем составляет около 6 тыс. т на квадратный километр и ежегодно увеличивается почти на 100 т. Средний уровень использования отходов в качестве вторичных ресурсов составляет 40 % от ежегодно образующихся. В среднем морфологический состав отходов, размещенных на полигонах, характеризуется следующим образом: органика, пищевые отходы 30 %, макулатура 35–40 %, стеклянный бой 4–5 % [1]. Отмечается также тенденция возрастания доли высоколиквидных отходов (полимеров, металла, бумаги) [5].

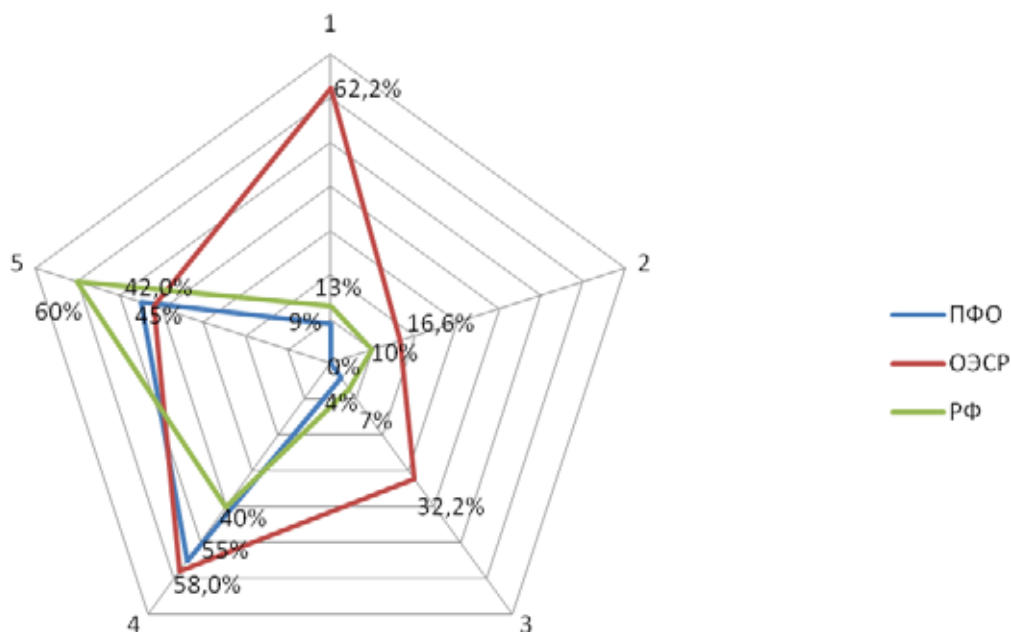
Для стран Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) для определения характера оценок эффективности работы с ТБО в регионе можно выделить ряд индексов ( $a_n$ ), описывающих текущее положение отрасли. Подобные индексы могут быть применены и к нашей стране, и к ПФО как к типичному европейскому региону. Ниже приведен перечень основных показателей, характеризующих состояние системы управления ТБО в регионе:

- $a_1$  – процент ТБО, подлежащих переработке;
- $a_2$  – процент ТБО, подлежащих мусоросжиганию;
- $a_3$  – процент ТБО, подлежащих рециклингу;
- $a_4$  – доля полигонов ТБО в собственности муниципалитетов;
- $a_5$  – доля ГЧП в собственности полигонов.

Проанализируем значения, полученные в ходе анализа стран ОЭСР, РФ и регионов ПФО (таблица) и отобразим их в виде векторной схемы (рисунок).

**Итоговые значения индексов  $a_1$ – $a_5$  (%) для РФ, ОЭСР и ПФО [2][3]**

Индекс	Наименование	РФ	ОЭСР	ПФО
$a_1$	процент ТБО, подлежащих переработке	13	62,5	9
$a_2$	процент ТБО, подлежащих мусоросжиганию	10	12,5	0
$a_3$	процент ТБО, подлежащих рециклингу	7	25	4
$a_4$	доля полигонов ТБО в собственности муниципалитетов	40	60,3	55
$a_5$	доля ГЧП в собственности полигонов	60	49,7	45



Векторная схема индикаторов  $a_1$ – $a_5$  для РФ, ПФО и стран ОЭСР

Из схемы виден приблизительно одинаковый характер собственности полигонов, однако остальные показатели стран ОЭСР в разы превышают аналогичные в РФ и в частности в ПФО. Низкие уровни переработки и вторичного использования отходов могут являться следствием недостаточности рынков сбыта для ВМР, либо технологий для утилизации определенных видов ТБО (например, энергосберегающие лампы). Эти моменты должны быть проработаны в региональных программах управления ТБО.

Кроме региональных программ, в РФ в 2013 году была принята комплексная стратегия обращения с ТБО с 2013 по 2020 гг. [4]. Ниже приведен краткий анализ областной целевой программы «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления в Нижегородской области на 2009–2014 годы» [5] и общей стратегии РФ. Выбор Нижегородской области, взятой в качестве примера, обуславливается тем, что она представляет собой типичную область ПФО, с нормальными географическими условиями, наличием города-миллионника, крупных промышленных центров.

Количество ежегодно образующихся ТБО:	1,2 млн тонн
Количество ТБО, подлежащих захоронению на полигонах:	90 %
Количество несанкционированных свалок:	166

Система сбора и вывоза ТБО в настоящее время налажена следующим образом:

- отходы многоквартирных домов собираются специализированными предприятиями в соответствии с договорами, заключенными с уполномоченными управляющими компаниями;

- коммерческие организации обслуживаются на основе гражданско-правовых договоров, при этом значительная часть организаций таких договоров не имеет и за вывоз отходов практически не платит;

- места, где установлены мусорные контейнеры, находятся в ведении организаций, которые отвечают за данный земельный участок или жилой дом;

- вывоз отходов частного жилого сектора практически полностью отсутствует.

Ответственность за организацию сбора и вывоза ТБО из населенных пунктов региона несут муниципальные и частные организации. К проведению работ по санитарной очистке населенных пунктов Нижегородской области привлекаются 108 предприятий, из них 68 – муниципальные предприятия, 40 – частные организации и предприниматели.

Основными целевыми показателями, отраженными в региональной программе, являются: количество ТБО, образующихся в регионе, количество ТБО, подлежащих захоронению и количество несанкционированных свалок.

Набор данных показателей достаточно статичен, и они не в полной мере отображают динамику изменения ситуации с ТБО в регионе. Для этого государство в стратегии обращения с ТБО на 2013–2020 гг. выделило несколько другой ряд показателей:

- а) количество образующихся ТБО (календарный год, кг (т));
- б) количество образования ТБО на душу населения (календарный год, кг (т));
- в) количество ТБО, направляемых на захоронение (календарный год, кг (т));
- г) доля использованных (утилизированных) ТБО в общем объеме образовавшихся ТБО (календарный год, %);

- д) доля ТБО, используемых для производства тепловой и электрической энергии к общему объёму отходов (календарный год, проценты).

Показатель «а» необходим для постоянного мониторинга общей ситуации в сфере обращения с отходами, на основании которого можно делать выводы об увеличении или уменьшении общего их числа, а так же составлять прогнозы на ближайшие годы.



Показатель «б» в некотором роде дублирует показатель «а», однако не может быть объективным в силу различных методик его исчисления. Кроме этого, непонятно, какое практическое применение могут получить сделанные на его основе данные.

Показатель «в» является одним из ключевых среди предложенных авторами стратегии. Так как порядка 90 % ТБО в РФ идут на захоронение, с помощью этого показателя можно будет проследить динамику изменения. Задачей государства является его снижение в пользу показателя «г», который, при своем росте, будет свидетельствовать о возникновении рынков сбыта ВМР, росте предприятий по переработке, развитию в регионах раздельного сбора.

Показатель «д» отражает энергетическое использование ТБО и совместно с «г» отражает общую долю утилизации.

Представляется целесообразным больше внимания уделять формам собственности, в которых находятся полигоны, таким образом можно проследить заинтересованную долю частного сектора. Этот же показатель сможет отобразить насыщенность рынков сбыта ВМР.

Применение индексов  $a_1$ – $a_5$ , выделенных для мониторинга ситуаций в обращении с ТБО в ОЭСР, для нашей страны и каждого конкретного региона позволит более четко контролировать ситуацию с ТБО на данный момент и составлять обоснованный прогноз на ближайшее будущее.

#### Литература

1. Доклад Росприроднадзора по Приволжскому федеральному округу. «Обращение с отходами производства и потребления. Ликвидация накопленного экологического ущерба на территории Приволжского федерального округа». – Нижний Новгород 2011 г.

2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Российской Федерации». – Москва 2011 г.

3. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>.

4. Комплексная стратегия обращения с ТБО с 2013 по 2020 гг. – Москва 2013 г.

5. Косариков, А. Н. Об устойчивости функционирования и развития региональных полигонов твердых бытовых отходов в современных условиях / А. Н. Косариков, П. В. Макаров // Безопасность жизнедеятельности, № 3, 2013.

6. Областная целевая программа «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления в Нижегородской области на 2009–2014 годы». – Нижний Новгород 2008 г.

**В. И. Зверева, А. Ю. Зверева**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ**

Из всего комплекса эколого-экономических проблем, связанных со сферой обращения с отходами производства и потребления, особое внимание заслуживают проблемы отходов строительства и сноса. К ним относятся отходы от сноса, разборки, реконструкции, ремонта или строительства зданий, сооружений, инженерных коммуникаций и промышленных объектов и сноса ветхого жилого фонда.

В Западной Европе решение проблемы со строительными отходами началось после Второй мировой войны. На месте разрушенных старых зданий целесообразно было возводить небоскребы, экономя дорогую землю мегаполисов. Естественно, возникло сразу два важных вопроса: как быстро и безопасно разрушить старые постройки и куда девать строительный мусор, который образовывался в огромных объемах? В разных странах Европы начали выпускать специальное оборудование для

демонтажа зданий и использовать отходы в качестве вторичного сырья. В настоящее время практически во всех европейских странах демонтаж и переработка строительного мусора – очень выгодный бизнес [1].

Более тридцати лет в Европе действует Ассоциация по сносу зданий (European Demolition Association), которая объединяет фирмы из 17 стран мира. Основные задачи ассоциации – обмен опытом в области сноса строений, переработки строительного мусора и донесение проблем и возможностей технологии переработки до правительства и общественности.

Утилизация отходов строительства может осуществляться в двух направлениях: это повторное использование отдельных частей здания (фундаменты, стены) или его отдельных конструкций (балки, плиты, колонны) по прямому назначению в новом строительстве или переработка этих отходов (рециклирование) с целью их использования в качестве вторичных сырьевых материалов. Те отходы, которые не могут быть переработаны по разным причинам, идут в отвалы.

В ряде стран свалки строительных отходов запрещены вовсе, а в Америке и Канаде вывоз и складирование строительного мусора на пригородных свалках стоит довольно дорого, поэтому отходы дешевле перерабатывать, чем вывозить. В зависимости от страны, вида отходов и места расположения свалки вывоз 1 т строительного мусора обходится от 4 до 150 евро.

Во многих странах Европы уровень переработки строительных отходов превышает в среднем 90 %. Так, в Нидерландах в повторное использование идет около 90 % строительных отходов, в Бельгии – 87 %, в Дании – 81 %, в Великобритании – 45 %, в Финляндии – 43 %, в Австрии – 41 %. В целом же по странам ЕС средний уровень переработки строительных отходов по данным за последние годы составляет 28 %, причем доля вторичного строительного сырья там быстро растет [1].

В России строительная отрасль находится в стадии интенсивного развития; возводятся здания жилого и нежилого фондов, а также других социальных объектов. Кроме того, ежегодно реконструируется и сносятся тысячи кв. метров ветхого пятиэтажного фонда, что ведет к образованию огромного количества отходов, которые необходимо перерабатывать с целью вторичного использования или складировать в специально отведенных для этого местах с соблюдением всех мер безопасности.

Состав строительных отходов весьма разнообразен, и, как показывает практика, в них присутствуют весьма вредные вещества, такие как асбест, отвальный материал с повышенной радиоактивностью, битум, гудрон, краски и др. (табл. 1).

Таблица 1

**Перечень строительных отходов**

Наименование строительных отходов:	
отходы (скол) асфальта	отходы бетона и железобетона
отходы керамзитобетона	отходы рубероида
лом черных металлов	отходы древесины
строительный мусор	отходы гидроизоляции
отходы гипса	отходы линолеума (обрезки)
отходы естественного камня	лом цветного металла
отходы гипсокартона	минвата использованная
отходы битума (мастика)	асбошифер, асбестовые изделия, бой
бой стекла	керамика использованная
кирпич (бой)	кирпич (бой)
раствор цементно-известковый	отходы цементно-песчаной штукатурки
отработанный	
асбестоцемент, асбест отработанный	бой керамический плитки
тара бумажная, загрязненная	отходы пластмассы и полимеров

Основные виды строительных отходов представляют собой бой бетона, остающийся после сноса зданий, бой асфальта и стальной шлак. В соответствии с классификатором Минздрава 1989 года определен перечень отходов при сносе, реконструкции и новом строительстве зданий и сооружений. Ежегодно во всех крупных городах образуется огромная масса отходов строительства и сноса на основе битума и поливинилхлорида.

При этом объем отходов бетона, железобетона и кирпича достигает 88 % от общего объема строительных отходов. Значительную долю в указанном объеме будут иметь строительные отходы от ремонтных работ и сносе зданий (табл. 2).

Таблица 2

**Структура источников образования строительных отходов**

Вид деятельности	Объем отходов, %
новое строительство	1–5
разборка (снос)	20–25
реконструкция	10–15
ремонт	50–60
стройиндустрия	3–5

Следует выделить 4 основные вида деятельности, которые сталкиваются с проблемой утилизации строительного мусора:

- снос ветхих или находящихся в аварийном состоянии строений, а также снос зданий при комплексной реконструкции отдельных кварталов;
- ремонт и реконструкция автомобильных дорог;
- производство строительных материалов, а именно кирпича и железобетонных изделий;
- ремонт зданий.

В настоящее время больше половины объема строительных отходов идет на специальные полигоны и карьеры. Однако за счет увеличения мощностей перерабатывающих предприятий доля свозимых на свалки отходов неуклонно падает.

Важную роль при этом играет и экономический фактор. Стоимость приема строительных отходов на полигоны колеблется от 100 до 200 рублей за м<sup>3</sup> без учета расходов на транспортировку, составляющих в зависимости от расстояния до полигона и использования своего или наемного автотранспорта также до 150 рублей за 1 м<sup>3</sup>. Цены на переработку строительного лома сейчас в среднем в два раза меньше, чем на захоронение и составляют 40–80 рублей за 1 м<sup>3</sup>.

В России рынок переработки строительных отходов активно развивается и в Москве и Санкт-Петербурге. Строительные отходы используются в основном для получения вторичного щебня. Однако, как показывает мировая практика, они применяются при изготовлении тротуарной плитки, стеновых материалов, составляющих для сухих смесей и т. д. [2–3].

При выдаче разрешения на производство любых строительных работ в состав рабочего проекта необходимо включать Технологический регламент по обращению со строительными отходами. Этот документ фактически является дополнением к разделу проекта «Охрана окружающей среды». Однако в нем есть некоторые особенности. Например, необходимо определить места хранения отходов, представить договора на их вывоз и размещение. Требование разработки Технологического регламента относится ко всем видам строительных работ, в т.ч. к строительству зданий, разборке строений, реконструкции квартир, дорожному строительству и т. д.

Содержание Технологического регламента по обращению со строительными отходами должно включать:

- перечень строительных отходов, образующихся на объекте;
- характеристика мест временного хранения строительных отходов на объекте;
- удаление строительных отходов с территории и объекта
- краткие сведения об объекте;

- расчет количества образования отходов;
- расчет класса опасности отхода;
- перечень, характеристика и масса отходов, образующихся на объекте;
- мероприятия, направленные на снижение количества, образующихся отходов и их влияние на состояние окружающей среды;
- приложения.

Регламент разрабатывается в составе проектной документации в соответствии с нормативными требованиями к проектной документации и архитектурно-планировочным заданием, подготавливаемым Комитетом по градостроительству и архитектуре. Регламент в обязательном порядке подлежит согласованию в Комитете по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности.

Выдача и продление разрешений на проведение работ Государственной административно-технической инспекцией без представления надлежащим образом оформленного и согласованного регламента не производится.

По окончании строительства регламент необходимо закрыть. Закрытие технологического регламента по обращению со строительными отходами – процедура окончательного согласования документации в Комитете по природопользованию охране окружающей среды. После окончания строительных работ производится расчет и внесение в бюджет платы за негативное воздействие на окружающую среду за период строительных работ.

#### Литература

1. Панкратова, С. Н. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения. Перспективы. – Санкт-Петербург: МПР, 2005.– 73 с.
2. Олейник, П. П. Основные проблемы переработки строительных отходов / П. П. Олейник, С. П. Олейник. – М.: Жилищное строительство, 2005. – № 5. – С. 24– 26.
3. Собянин, С. С. Отходы строительства и сноса / С. С. Собянин. – М.: Вестник Мэрии Правительства Москвы, 2010. – 23 с.

**Д. В. Бояркин**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ**

Существующая в современном мире тенденция увеличения активности хозяйственной деятельности позволяет достичь высоких экономических показателей развития производства и улучшить качество жизни населения путем внедрения достижений научно-технического прогресса, но, в свою очередь, создает дополнительные экономические и экологические проблемы для человечества. На одно из первых мест по актуальности как для развитых, так и для развивающихся стран сегодня выходит проблема обращения с твердыми отходами, которые в огромном количестве образуются в результате роста производства и потребления продукции. Решение этой проблемы невозможно без учета нормативных основ управления отходами.

В РФ существует множество разнообразных нормативно-правовых актов, которые регулируют деятельность по обращению с отходами. В действующих нормативно-правовых документах РФ в области обращения с отходами достаточно полно и подробно изложены принципы и методы реализации системы обращения с опасными отходами как в производственной деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, так и деятельности органов управления уровнем субъекта РФ, включая трансграничное перемещение опасных отходов.

Основополагающим законодательным актом в области обращения с отходами производства и потребления является Федеральный закон «Об отходах производства и потребления».

Однако, несмотря на достаточно большое количество действующих нормативно-правовых актов, в российском законодательстве в области обращения с отходами все еще существует достаточно большое количество недочётов.

В частности, можно отметить, что нормативно-правовые документы, изданные в период до 2002 года, и документы, которые издавались после 2002 года, были подготовлены различными министерствами и ведомствами, что привело к существенной несостыкованности и невозможности организации эффективной системы обращения с опасными отходами.

Во многих субъектах РФ в развитие законодательства в области обращения с отходами приняты и действуют региональные нормативные правовые акты, связанные с деятельностью по обращению с отходами, отражающие специфические особенности территории. При этом многие из них были изданы упразднёнными федеральными и региональными органами исполнительной власти. Поэтому некоторые из этих актов не приведены в соответствие с действующим законодательством.

Кроме вышеприведенных, можно отметить еще ряд проблем:

- не реализуется принцип «загрязнитель платит»;
- отсутствуют законодательно закреплённые требования к природопользователям по обязательной утилизации отходов;
- проблемы, связанные с введением в хозяйственный оборот крупнотоннажных отходов;
- отсутствует детализация положений об обращении с брошенным и разукомплектованным автотранспортом;
- отсутствует детализация положений об обращении с отходами, образующимися на территории садоводческих и огороднических товариществ;
- не решена проблема законодательного и технологического обеспечения утилизации медицинских отходов, лекарственных препаратов с просроченными сроками реализации, фальсифицированных фармацевтических препаратов, лекарственных средств, конфискованных при осуществлении таможенных процедур;
- не решена проблема платежей за негативное воздействие на окружающую среду, в том числе за отходы производства и потребления;
- не существует единого классификатора отходов производства и потребления;
- отсутствуют нормативно-правовые документы, определяющие порядок и последовательность включения опасных отходов в Федеральный классификационный каталог отходов;
- отсутствует перечень необходимых документов по определению количественного состава компонентов или методология определения отходов;
- не создан реестр объектов размещения отходов как в субъектах, так и на уровне РФ.

Таким образом, анализ ситуации в области обращения с отходами производства и потребления в Российской Федерации свидетельствует о несовершенстве нормативно-правового обеспечения этой деятельности, недостаточной эффективности государственного управления, контроля и надзора. Кроме того, на современном этапе развития экономики страны назрела настоятельная необходимость упорядочения экономико-правового механизма в области обращения с отходами.

Все вышесказанное свидетельствует о том, что в настоящее время нормативно-правовая база в области обращения с отходами требует существенной и скорейшей коррекции, без которой невозможно эффективное решение задач по организации комплексных систем управления отходами производства и потребления.

**И. А. Уханова**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ МАКУЛАТУРЫ

Макулатура – вторичное волокнистое сырье, представляющее собой смесь различных полуфабрикатов, видов бумаги и картона. Это всевозможные виды упаковки (бумаги, картона), типографская продукция (газеты, журналы, плакаты, книги), чертежи, писчая бумага и многое другое.

Цель переработки макулатуры – получение волокнистого полуфабриката для использования в композиции бумаги и картона при максимальном замещении первичных волокнистых полуфабрикатов – целлюлозы и механической древесной массы.

Задача процесса переработки макулатуры – восстановление бумагообразующих свойств вторичного волокна при удалении как можно ранее посторонних примесей по технологическому потоку.

В России и других странах СНГ макулатура в зависимости от композиционного состава, цвета, степени загрязнения и роспуска подразделяется на марки, представленные в Международном стандарте (ГОСТ 10700–97). ГОСТ предусматривает три группы качества и 13 марок макулатуры.

Первая группа А – высокого качества, включает марки МС-1, МС-2, МС-3, МС-4. Это отходы производства всех видов бумаги (кроме газетной), а также использованные невлагопрочные и неармированные бумажные мешки (МС-4).

Вторая группа Б – среднего качества, включает марки МС-5, МС-6, МС-7. Это отходы производства и потребления картона и бумаги (кроме электроизоляционного, кровельного и обувного картона), чистые и с печатью, а также использованная продукция полиграфической промышленности (кроме газет), изданная на белой бумаге (без переплетов, обложек и корешков).

Третья группа В – низкого качества, включает марки от МС-8 до МС-13. Это отходы производства и потребления газетной бумаги, гильзы, шпули, втулки, литые изделия, бумага и картон с покрытиями и пропиткой темных цветов, а также светочувствительная и запечатанная на аппаратах множительной техники бумага.

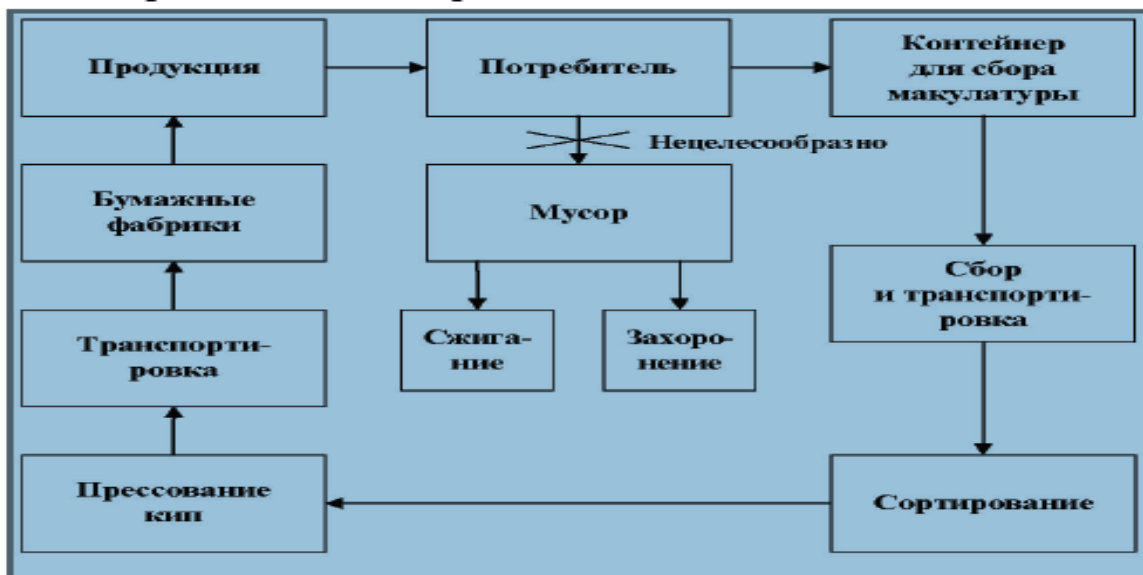


Схема взаимосвязей основных звеньев в системе сбора и переработки макулатуры

В 2009 году цены на целлюлозу и бумагу по сравнению с 2008 годом резко снизились, однако к середине года они начали стабилизироваться, и к 2010 году полностью восстановились. Но в 2010 году крупнейшие производители бумаги объявили о повышении цен в среднем на 6–9 %. Связан этот рост цен с объективными причинами: удорожанием основных компонентов себестоимости, и в первую очередь – с чрезвычайным удорожанием сырья, которое произошло за последний год. Фактически цены (в евро) увеличились по сравнению с 2009 годом примерно на 80 % на переработанную бумагу, а на целлюлозу – примерно на 70 %

Переработка макулатуры для использования в производстве бумаги и картона осуществляется по мокрой технологии и включает следующие операции:

- роспуск макулатуры;
- очистку макулатурной массы от посторонних примесей;
- дороспуск макулатурной массы;
- тонкую очистку макулатурной массы.

Из переработанных отходов бумаги можно сделать следующие виды продукции:

- кровельный и чемоданный картон;
- закрывающиеся коробочки для яиц;
- упаковку для стеклянных и ПЭТ-бутылок, оргтехники, электроприборов, сантехники;
- поддоны для овощей, фруктов, медицинских инструментов;
- горшочки для рассады, декоративные стеновые и потолочные панели;
- теплоизоляционные плиты и прочее.

По итогам 2004 года показатель сбора макулатуры в Германии составил 73,6 %, Нидерландах – 72,6 %, Норвегии – 72,1 %, Финляндии – 71,1 %. При этом средний показатель сбора макулатуры в Европе превышает незначительно 50 % (53,7 %), однако это выше, чем в Северной Америке. Общемировой показатель сбора макулатуры составляет 49 %.

Коэффициент сбора макулатуры в России оценивается в 12 %, что значительно ниже, чем в Европе (57,3 %) и США (50 %).

Широкое использование макулатурной массы в композиции картона обусловлено следующими обстоятельствами:

- не требует крупных капитальных вложений, снижает себестоимость не ухудшая её показателей;
- сокращается расход древесного сырья, что приводит к сохранению запасов древесины;
- происходит значительная экономия электроэнергии, химических реагентов;
- уменьшается капиталовложение на строительство цехов.

Использование макулатуры вместо древесины позволяет уменьшить парниковый эффект в глобальном масштабе.

К основным существующим проблемам бумажно-картонных предприятий в России сегодня следует отнести:

- дефицит вторичного волокнистого сырья, что объясняется, прежде всего, низким объемом производства и потреблением бумаги и картона, которое составляет около 30 кг на душу населения, в то время как в США, Японии и европейских странах этот показатель достигает 250 кг и более;
- несовершенство системы сбора и сортирования вторичного сырья, что приводит к повышенному загрязнению макулатуры инородными включениями, особенно липкими веществами, затрудняющими ее переработку;
- использование морально устаревшего и физически изношенного оборудования при отсутствии эффективного отечественного оборудования для переработки макулатуры. При этом установка одного современного аппарата в технологической линии не всегда обеспечивает повышение качества волокнистого полуфабриката и неуклонно приводит к замене существующего оборудования;

- ухудшение качества используемой макулатуры при снижении бумагообразующих свойств макулатурной массы. В технологические линии переработки макулатуры поступают волокна, ранее неоднократно прошедшие цикл операций бумажного производства.
- старение вторичных ресурсов из-за многократной регенерации;
- повышение содержания в макулатуре веществ, которые вводят в бумажную массу с целью получения специальных сортов бумаги;
- трудности удаления новых видов печатных красок, используемых при современных способах печати.

**А. Д. Носкова**

*(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

### **АНАЛИЗ СИТУАЦИИ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В НИЖЕГОРОДСКОМ РАЙОНЕ ГОРОДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА**

Для любого города и населенного пункта проблема удаления или обезвреживания твердых бытовых отходов (ТБО) всегда является в первую очередь проблемой экологической. Весьма важно, чтобы процессы утилизации бытовых отходов не нарушали экологическую безопасность города, нормальное функционирование городского хозяйства с точки зрения общественной санитарии и гигиены, а также условия жизни населения в целом.

Нижегородский район – исторический, административный, финансовый, образовательный, научный и культурный центр Нижнего Новгорода. Площадь Горького, Большая Покровская, набережная Федоровского, площадь Минина, Кремль, Чкаловская лестница, Верхневолжская набережная – излюбленные места отдыха горожан, массовых гуляний. Большие скопления людей являются причиной образования сверхнормативных объемов ТБО, что приводит к образованию свалок, негативно влияющих на окружающую среду. Кроме того, несанкционированные свалки мусора негативно влияют на эстетическое состояние района. Следовательно, необходимо уделять особое внимание системе обращения с отходами.

Согласно Правилам благоустройства города Нижнего Новгорода, для организации очистки территории города от ТБО и КГМ администрация города Нижнего Новгорода определяет места расположения контейнерных площадок сбора ТБО и площадок сбора КГМ на территории города [1].

Организация содержания и технического обслуживания контейнерных площадок осуществляется администрацией города Нижнего Новгорода путем передачи их в управление специализированным организациям в установленном законом порядке [2].

Для сбора ТБО на территории Нижегородского района установлены несколько видов контейнеров разного объема.

Около крупных торговых центров установлены компакторы (рис. 1). Компактор (пресс-контейнер) представляет собой автоматический механизм, который используется для сбора, уплотнения и накопления мусора и отходов. Как правило, данное устройство состоит из двух основных частей – пресса и накопительного контейнера. Процесс транспортировки и опорожнения осуществляется с помощью автомашины.





Рис. 1. Моноблочный компактор

Для вывоза ТБО используются специализированные мусоровозы, предназначенные для механизированного сбора ТБО из металлических и пластмассовых контейнеров всех типов до  $1,1 \text{ м}^3$ , их уплотнения, транспортирования и механизированной выгрузки в местах утилизации (рис. 2).



Рис. 2. Мусоровоз МСТ-6963-50 на шасси КАМАЗ-53605

Несмотря на достаточную обеспеченность района контейнерами разных видов, а также постоянный график вывоза ТБО, встречаются несанкционированные свалки мусора.

Норма накопления ТБО в Нижнем Новгороде –  $1,3 \text{ м}^3$  на человека в год. Стоит заметить, что сверхнормативный объем ТБО образовывается в центральных районах города. Такими районами являются Нижегородский, на его долю выпадает 45 % всего сверхнормативного объема ТБО города и Советский – 15 %, на все остальные – 40 %. Причиной образования сверхнормативного объема является большое количество отдыхающих в выходные и праздничные дни, а также нахождение административных и деловых центров.

Таким образом, система управления отходами в Нижегородском районе имеет как преимущества, так и недостатки.

К недостаткам относится отсутствие системы отдельного сбора ТБО. На некоторых улицах установлены специальные контейнеры для селективного сбора отходов. Однако в дальнейшем отходы не подвергаются переработке и поступают на полигон, где смешиваются с несортированной частью ТБО.

Еще одним недостатком системы является образование несанкционированных свалок мусора. Контейнеры для сбора ТБО распределены достаточно равномерно по территории района, однако следует увеличить количество контейнеров в местах большого скопления людей.

К преимуществам системы обращения с отходами можно отнести оснащенность района современными контейнерами и мусоровозами с технологией уплотнения.

#### Литература

1. Нижний Новгород. Городская дума. Об утверждении правил благоустройства города Нижнего Новгорода: постановление Городской думы города Нижнего Новгорода от 20 июня 2007 г. № 56 [Электронный ресурс] : – Режим доступа: Консультант Плюс. Законодательство.

2. Областная целевая программа «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления в Нижегородской области на 2009–2014 годы», утв. Министерством экологии и природных ресурсов Нижегородской области 17 февраля 2009 года [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://www.protown.ru>

**Е. П. Шуневич**

(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **УТИЛИЗАЦИЯ МОЛОКОПРОДУКТОВ ОТ УЧАСТКА ПРИЕМКИ МОЛОКА**

Молокоперерабатывающие предприятия относятся к одним из наиболее распространенных промышленных объектов населенных мест. Потребление молока и молочных продуктов в среднем по РФ в 2010 г. составило 247 кг/год на душу населения. Для Нижегородской области этот показатель составил 235 кг/год на душу населения. Приволжский Федеральный округ занимает первое место в РФ по потреблению молока и молочных продуктов (данные на 2010 г.)

Расход сточных вод, сбрасываемых предприятием, составляет 80–85 % от расхода потребляемой свежей воды. Сброс сточных вод таких предприятий ухудшает экологическое состояние водоемов, утрачивается их способность к самоочищению, кроме того, безвозвратно теряется от 5 до 20 % исходных молокопродуктов [1].

В связи с этим необходимо совершенствование водного хозяйства предприятия на основе:

- сокращения потребления свежей воды;
- многократного использования воды и создания локальных замкнутых систем технологического водопользования;
- сокращения поступления в стоки ценных примесей;
- снижения загрязнения окружающей среды.

К основным участкам образования сточных вод можно отнести:

- участок приемки молока;
- цех централизованной мойки оборудования.

Установлено, что основным отходом молокозавода, который целесообразно в первую очередь подвергать обработке с целью утилизации молокопродуктов в собственном производстве, является отход участка приемки молока. Отходы этого участка содержат цельное молоко в разбавленном виде.

Процесс формирования промывных вод на участке приемки молока может быть представлен в следующем виде (рис. 1).

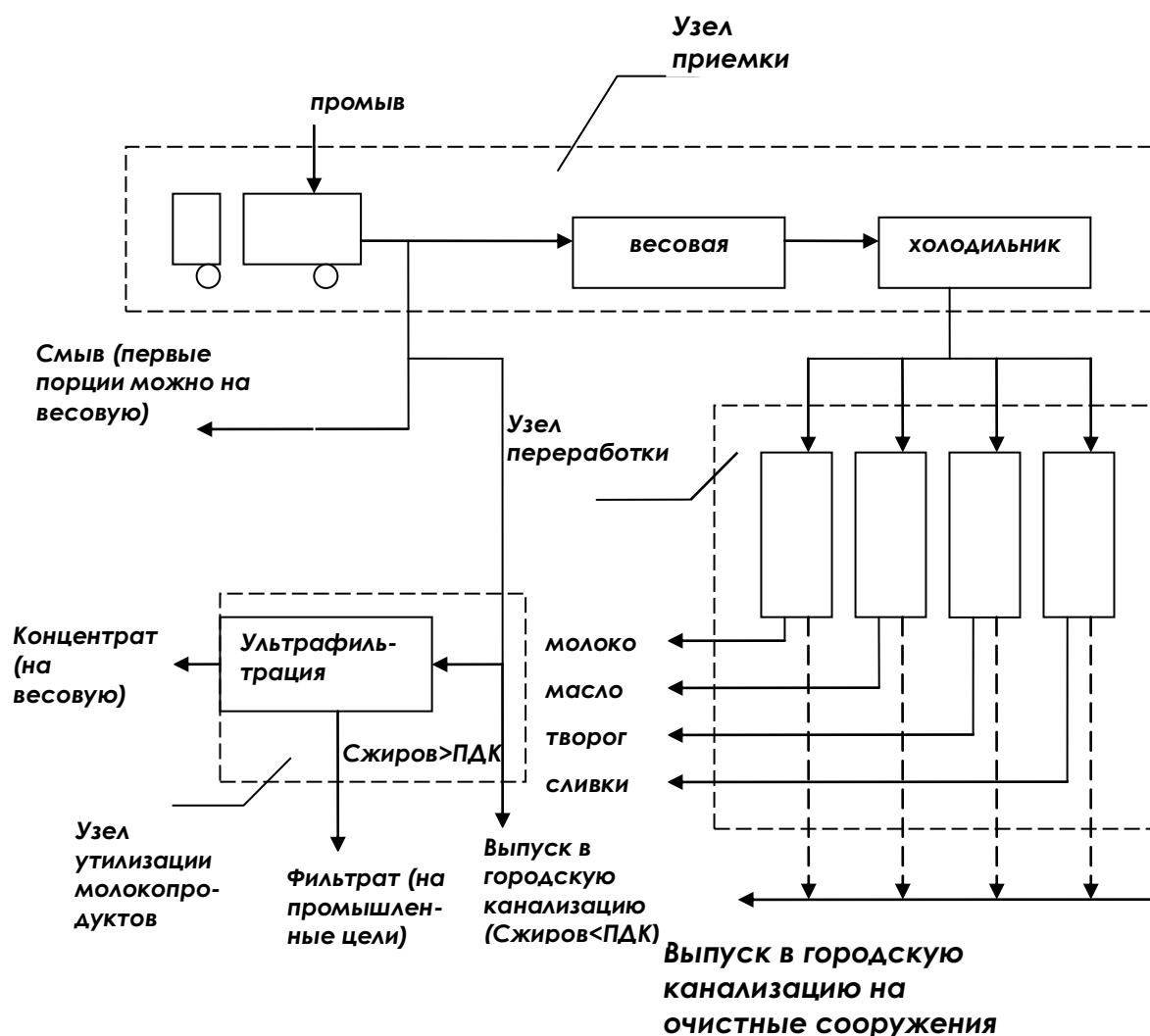


Рис. 1. Схема производства молокопродуктов и утилизации отходов

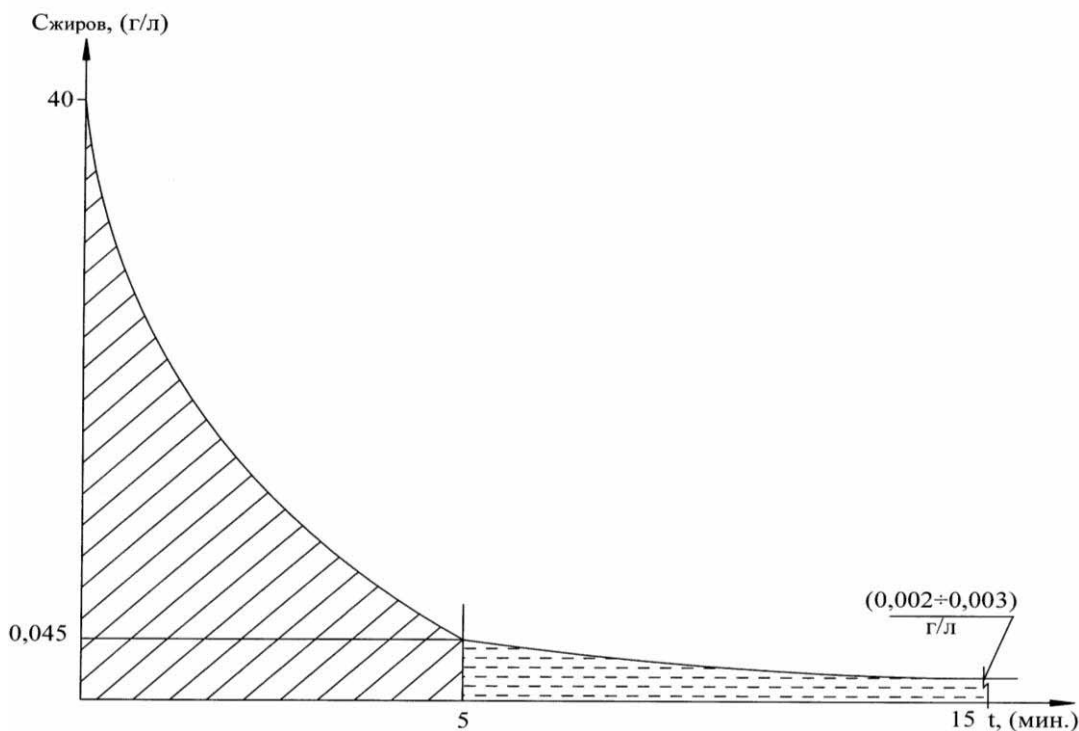
Молоко поступает на предприятие в автоцистернах, после опорожнения каждой цистерны производится вытеснение остаточного количества молока холодной водопроводной водой и подача его в приемное отделение на весовую. Количество вытесненной смеси молока и воды в среднем составляют 30–40 литров с каждой трехтонной машины, от 50 до 70 литров с каждой 8-тонной машины. Далее производится мойка автоцистерн [2].

Общая продолжительность промывки составляет 15 мин [1].

Была установлена зависимость концентраций ценных компонентов (жиров), содержащихся в тонне молока от продолжительности промывки водой (рис. 2) [1].

Изучение процесса мойки молокоприемного оборудования позволило установить время промывки ( $t_{кр}$ ), после которого концентрация загрязнений в промывной воде меньше ПДК сброса в городскую канализацию. Оно составило 5 мин.

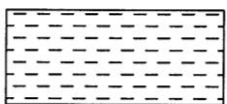
Данное обстоятельство позволяет рекомендовать разделение промывного потока на два. Первый поток ( $C < ПДК$ ) сбрасывается в сеть городской канализации (большой по расходу), утилизировать ценные компоненты этого потока нецелесообразно. Второй поток ( $C > ПДК$ ) подвергается концентрированию с целью утилизации молококомпонентов.



Условные обозначения:



– сточные воды с концентрацией жира ( $C_{\text{жира}}$ ) 4 г/л;



– сточные воды с концентрацией жира 0,0022 г/л.

Рис. 2. Изменение концентрации жиров сточных вод в ходе споласкивания автоцистерны

Применяемые методы и способы очистки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий основаны на деструкции загрязнений, физико-химических процессах выделения загрязнений и не решают задач утилизации ценных компонентов, не обеспечивают качество очищенной воды, позволяющей вернуть ее в оборот. Наиболее перспективными, эффективными методами, позволяющими создать замкнутую малоотходную систему и максимально утилизировать компоненты сточных вод, являются методы, основанные на мембранном разделении сред.

Оптимальным методом мембранной фильтрации для данной технологии является ультрафильтрация – процесс мембранного разделения, а также фракционирования и концентрирования растворов, протекающий под действием разности давлений (до и после мембраны) растворов высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений [3].

Схематично этот процесс представлен на рис. 3.

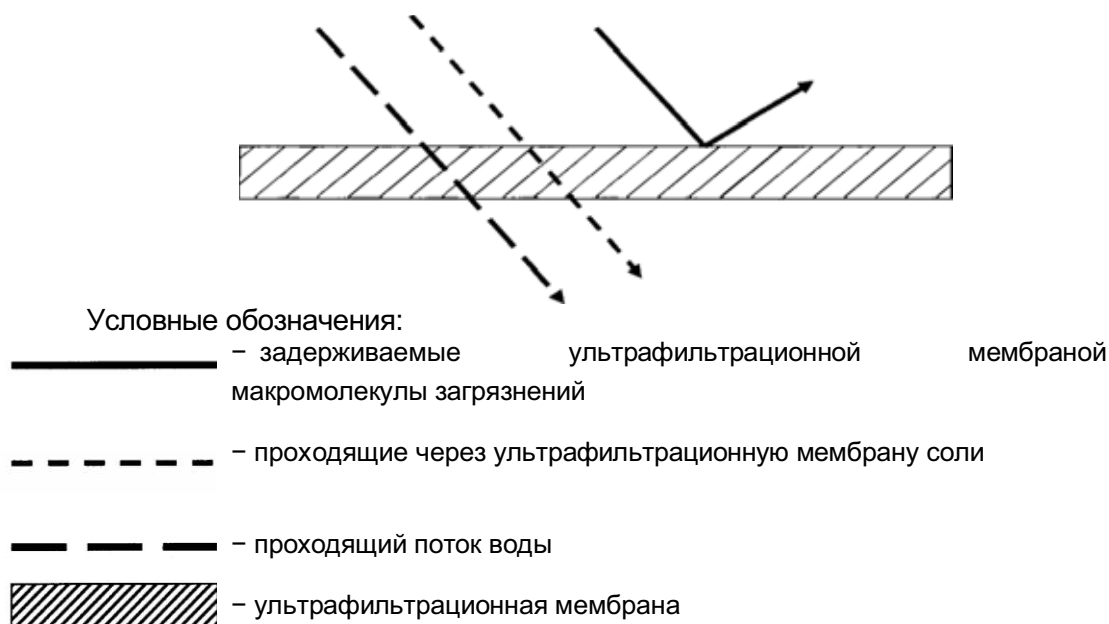


Рис. 3. Схема процесса ультраfiltrации моющих растворов

При ультраfiltrации систем вода и растворенные в ней низкомолекулярные вещества проходят через полупроницаемую мембрану и образуют фильтрат, а взвеси и высокомолекулярные соединения задерживаются этой мембраной и образуют их концентрат.

Достоинством предлагаемой технологии является не только возможность разделения загрязнений – молокопродуктов, выделенных в чистом виде, что упростит дальнейшую утилизацию, но и обеспечение высокой степени очистки по жирам 95–99 %, взвешенным веществам 99–100 %, ХПК 60–80 %.

Кроме того, обработанные посредством ультраfiltrации растворы могут быть использованы в рецикле мойки оборудования, а выделенные молокопродукты – как сырье в технологии производства молокопродуктов.

В результате оптимизации систем водопользования будет сокращено 40 % потребления свежей воды, что позволит увеличить выпуск продукции при существующих ограниченных мощностях источников водоснабжения.

#### Литература

1. Разработка технологии очистки сточных вод молокозавода : отчет о НИР : 46-49 / Нижегород. гос. архитектур.-строит. акад. ; рук. А. Н. Крестьяников ; исполн. Л. Н. Губанов [и др.]. – Н. Новгород, 1997. – 166 с.
2. Укрупненные нормы расхода воды и количества сточных вод на единицу продукции для различных отраслей промышленности. – М. : Стройиздат, 1973. – 30 с.
3. Дытнерский, Ю. И. Обратный осмос и ультраfiltrация / Ю. И. Дытнерский. – М.: Химия, 1978. – 351 с.

**А. Н. Красильникова**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ И УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Проблема переработки и утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) является одной из наиболее обсуждаемых экологических проблем во всем мире.

Ежегодно образуется огромное количество ТБО, так, например, в США это количество составляет около 800 кг/год на человека, далее следуют Канада, Австралия, Франция, Швеция, Япония, Аргентина. В России количество образующихся ТБО от общего количества образуемых отходов составляет около 2 %, т. е. порядка 350 кг/год на человека. На сегодняшний день Россия занимает восьмое место по количеству образующихся ТБО. Это в два раза меньше чем в странах, стоящих на первых позициях. Однако скорость образования ТБО за последние 2 года возросла более чем в 1,5 раза (со 180 кг/год на чел. до 350 кг/год на чел.). Поэтому проблема обращения с ТБО становится не только актуальной, но и требует решения для обеспечения экологической безопасности среды обитания.

Анализируя данные о состоянии обращения с ТБО в развитых зарубежных странах, таких как Канада, Япония, страны Европейского союза (ЕС), видим, что там решение вопроса по переработке и утилизации твердых отходов имеет положительные тенденции, в России же эта проблема только набирает обороты.

Проблема обращения с отходами становится наиболее острой и не только из-за увеличения объема образующихся отходов, но и в связи с тем, что смесь неразделенных отходов собирается в контейнерах и вывозится на полигоны, большинство из которых являются несанкционированными свалками, что приводит к загрязнению окружающей среды.

В развитых странах разрабатывается множество технологий по переработке и утилизации бытовых отходов, каждая из которых имеет свои положительные и отрицательные стороны. Даже если использовать западные системы по утилизации ТБО, они требуют оптимизации и адаптации к специфическим Российским условиям и разработки собственной комплексной технологии по переработке и утилизации твердых бытовых отходов.

Данная технология должна включать следующие этапы:

- I – сбор отходов;
- II – разделение на фракции;
- III – переработка части отходов (вторичное использование, преобразование в энергию);
- IV – захоронение неперерабатываемых компонентов на полигонах;
- V – рекультивация земель отведенных под захоронение после истечения срока их эксплуатации (рекреация, посадка леса).

Система сбора отходов в России представляет собой сбор неразделенной смеси отходов, в состав которой входит бесчисленное множество компонентов. Данная смесь может быть представлена: пищевыми отходами (от 25 до 32 %), бумагой, картоном (от 40 до 45 %), деревом (от 1 до 2 %), черным металлоломом (от 3 до 4 %), цветным металлоломом (от 1,5 до %), текстилем (от 1 до 3 %), стеклом (от 3 до 7 %), кожей, резиной (от 0,5 до 1 %), пластмассой (от 3 до 4 %), прочим (от 1 до 4 %), также и наличием токсичных веществ, образовавшихся вследствие нарастающих темпов производства и потребления.

Морфологический состав ТБО очень разнообразен, и, чтобы переработать и утилизировать его, требуется селективный сбор и сортировка отходов перед их удалением с целью извлечения полезных и опасных для сжигания или компостирования компонентов. Однако практическая реализация селективного сбора ценных компонентов представляет собой сложную проблему, связанную с

организацией сбора и переработки загрязненного материала, а также с уровнем цен на сырье соответствующего качества.

Существующая в последние годы в отечественной практике система сбора отходов представляет собой замену прямого вывоза ТБО и КГМ двухэтапным с использованием МПС. Эта технология в основном внедряется там, где полигоны ТБО располагаются на значительном расстоянии от города (более 10–15 км).

Объем работ по сбору ТБО определяется рядом факторов, важнейшими из которых являются численность городского населения, а также возможность их утилизации в условиях конкретного региона. Климатические условия также являются одним из определяющих факторов при организации сбора и дальнейшего движения отходов. Этими условиями определяются: специфика выбора места расположения площадок сбора; особые требования к эксплуатации технических средств (контейнеров и спецтранспорта); сроки удаления ТБО и др.

Следующей стадией после сбора отходов идет их сортировка и дальнейшая переработка полученных фракций. Часть фракций можно включать в повторное использование, часть отправляется на компостирование и мусоросжигание. Большая часть не утилизируемых отходов направляется на специально оборудованные полигоны по захоронению ТБО.

По статистике полигонное депонирование является одним из наиболее широко используемых способов утилизации ТБО, поэтому необходимо строительство эффективных экологически безопасных полигонов.

Большинство функционирующих и закрытых полигонов в России недостаточно оборудовано инженерными сооружениями, позволяющими обеспечить максимальное снижение загрязнения окружающей среды. В процессе эксплуатации полигона ТБО, а также в течение продолжительного времени после его рекультивации происходит выделение свалочных газов в атмосферный воздух, образуются фильтрационные воды (фильтрат), а также меняются геопоказатели грунтов под телом полигона, что приводит к увеличению фильтрационной способности грунтов и, как следствие, к загрязнению грунтовых вод [1]. Поэтому необходимо обустройство «управляемых» полигонов, которые позволят сократить негативное влияние на окружающую среду.

При выборе участка для складирования отходов необходимо учитывать особенности района размещения полигона: климат, рельеф, геологию, гидрологические процессы, водный баланс.

Срок службы полигона ограничен и зависит от интенсивности заполнения карт, а также площади занимаемых земель. И даже после прекращения эксплуатации полигона в течение еще продолжительного времени процессы, происходящие в теле полигона, будут оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Для того чтобы снизить последствия их воздействия, необходим постоянный мониторинг. Затем эти земли подвергаются рекультивации и вовлечению в хозяйственный оборот (занять земли лесопосадкой).

Для более полного формирования мнения о необходимости разработки экологически безопасной технологии следует упомянуть об экономической эффективности проекта. Так, с точки зрения экономической оценки экологического ущерба в результате реализации проекта на 1 рубль капитальных вложений приходится 44 рубля экологической эффективности.

Таким образом, разработка экологически безопасной технологии обращения с отходами необходима, она позволит предотвратить загрязнение окружающей среды и обеспечить рациональное использование ресурсов.

## Литература

1. Природоохранные технологии на полигонах ТБО / Чистый город [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chgorod.ru/artnatsave.html>.

**М. В. Землянова, Е. И. Вялкова**  
(ТюмГасу, г. Тюмень, Россия)

## **НОВЫЙ МЕТОД ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

С появлением новых технологий высокой степени очистки сточных вод, а также с ужесточением требований к охране водоемов количество задерживаемых осадков на очистных станциях значительно увеличилось. Например, ежегодно на очистных сооружениях канализации г. Тюмени образуется около 219 000 м<sup>3</sup> сырого осадка и 10 950 000 м<sup>3</sup> избыточного активного ила [4].

Наиболее простым и самым распространенным в России способом обезвоживания является подсушивание осадка на иловых площадках. При этом снижается его влажность, осадок уменьшается в объеме и массе. Однако этот способ обезвоживания имеет ряд серьезных недостатков: отчуждаются большие земельные участки, требуется длительное время пребывания осадков на иловых каратах, не обеспечиваются экологическая и санитарно-эпидемиологическая безопасность. Поэтому на крупных станциях очистки сточных вод применяются более совершенные способы обезвоживания осадка, это: вакуум – фильтрация, центрифугирование и фильтрпрессование [2].

Осадки плохо отдают воду и относятся к категории труднофильтрующихся иловых суспензий. Вода находится в связанном состоянии. Показателем, характеризующим способность осадков к водоотдаче (фильтруемость осадка), является *удельное сопротивление фильтрации*. Чем выше удельное сопротивление, тем труднее отдает воду осадок.

Для снижения удельного сопротивления фильтрации и интенсификации процесса отделения воды осадки перед обезвоживанием подвергают предварительной обработке. К методам предварительной обработки относятся: промывка осадка водой (очищенная сточная вода), обработка его химическими реагентами (10 %-й раствор FeCl<sub>3</sub> и Ca(OH)<sub>2</sub> в виде 10 %-го известкового молока), замораживание с последующим оттаиванием, тепловая обработка.

Все перечисленные выше методы предварительной обработки осадка сточных вод имеют ряд существенных недостатков: большой расход и высокая стоимость химических реагентов, трудности в их приготовлении и дозировании, коррозия оборудования и трубопроводов при использовании хлорного железа, высокие энергозатраты, высокие капитальные и эксплуатационные затраты [1, 2].

В настоящее время на кафедре «Водоснабжения и водоотведения» Тюменского государственного архитектурно-строительного университета ведутся исследования влияния *сверхвысокочастотного электромагнитного излучения на свойства осадков бытовых сточных вод*.

*Микроволновое или, сверхвысокочастотное излучение (СВЧ излучение)* – это электромагнитное излучение, включающее в себя сантиметровый и миллиметровый диапазон радиоволн (от 30 см – частота 1 ГГц до 1 мм – 300 ГГц). Микроволны являются одной из форм электромагнитной энергии, как и световые волны или радиоволны. Это очень короткие электромагнитные волны, которые перемещаются со скоростью света (299,79 км в секунду) [3].

В современной технике микроволны нашли широкое применение: радиолокация, телефонная связь, передача телевизионных программ, работа Интернета и др. Новым направлением использования микроволновой энергии является *обработка и утилизация отходов* производства и жизнедеятельности человека.



### Экспериментальная часть

Эксперименты проводятся в лаборатории очистных сооружений канализации (ОСК) г. Тюмени. Объект изучения – смесь сырого осадка первичных отстойников и избыточного активного ила.

На очистных сооружениях канализации избыточный активный ил из вторичных отстойников удаляется из нижней части илососами и подается на первичные отстойники. После осаждения смесь избыточного ила и сырого осадка из первичных отстойников в объеме около 600 м<sup>3</sup> (32,5 т/сут по сухому веществу) перекачивается плунжерными насосами в цех механического обезвоживания (ЦМОО) на установки механического обезвоживания (пресс-фильтры). Обезвоженный осадок (КЕК) с влажностью 65–70 % транспортируется к месту выгрузки с помощью транспортера и вывозится самосвалами на существующие иловые карты на территории ОСК.

Дальнейшее использование осадков (например, в качестве удобрений) невозможно из-за высокой бактериальной зараженности и большого содержания ионов тяжелых металлов [4].

В процессе эксперимента исследовались пробы: смесь сырого осадка и избыточного ила, смесь активного ила. Пробы были взяты с действующих ОСК г. Тюмени, объем одной пробы – 200 мл. Пробы осадка обрабатывались электромагнитным излучением мощностью от 0,16 кВт до 0,8 кВт; продолжительность обработки составила от 2 мин до 12 мин. Анализируемые выходные параметры: объем пробы (высота слоя осадка в цилиндре); влажность осадка; прилипание к поверхностям (липкость); бактериальная зараженность.

На первом этапе эксперимента подвергались обработке СВЧ-излучением пробы смеси сырого осадка и активного ила. Мощность электромагнитного излучения – 0,8 кВт, продолжительность обработки 3–12 мин. В результате анализа опытных данных получена зависимость между снижением объема осадка и продолжительностью обработки СВЧ-излучением: чем больше продолжительность обработки, тем меньше объем пробы осадка (рис. 1).

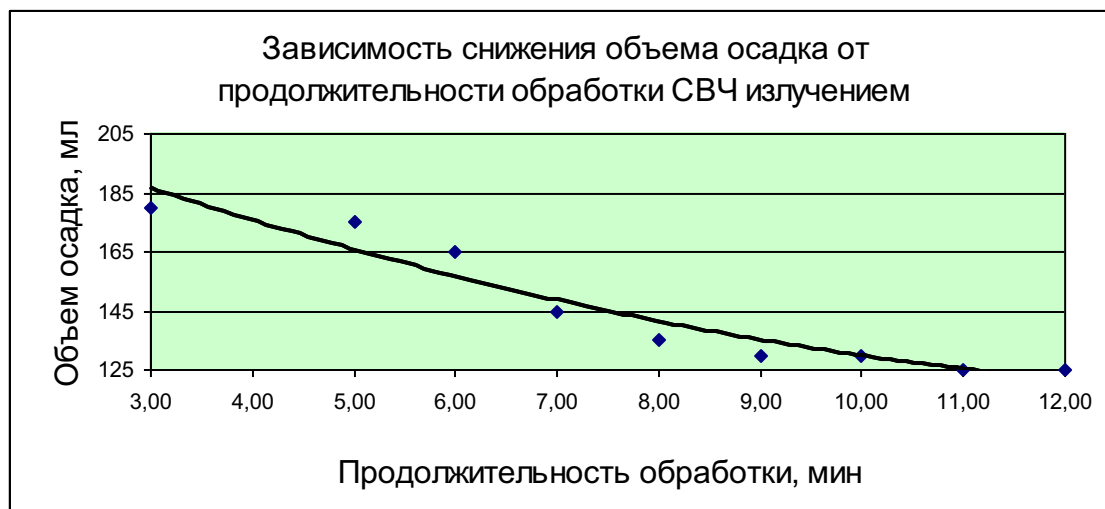


Рис.1. Зависимость снижения объема осадка от продолжительности обработки СВЧ-излучением

Математическое описание зависимости выражается уравнением регрессии:

$$Y = 0,4593X^2 - 14,098X + 224,67,$$

где Y – объем осадка в цилиндре, мл; X – продолжительность обработки электромагнитным излучением, мин.

В ходе эксперимента было отмечено снижение влажности обрабатываемой пробы смеси осадков на 1–3 %: влажность исходной пробы – 94,6 %, после 5 минут

обработки СВ-излучением влажность составляла 93,65 %; после 11 минут обработки – 91,36 %. Для сравнения: время уплотнения осадка в илоуплотнителе для снижения влажности на 1–3 % во много раз больше, оно составляет 6–8 часов.

На втором этапе исследовались пробы с активным илом. Мощность СВЧ-излучения – в интервале 0,16–0,8 кВт, продолжительность обработки – 5 мин. По результатам опытов получена зависимость между снижением высоты слоя осадка и мощностью СВЧ-излучения: чем больше мощность излучения, тем меньше высота слоя осадка в цилиндре (рис. 2).

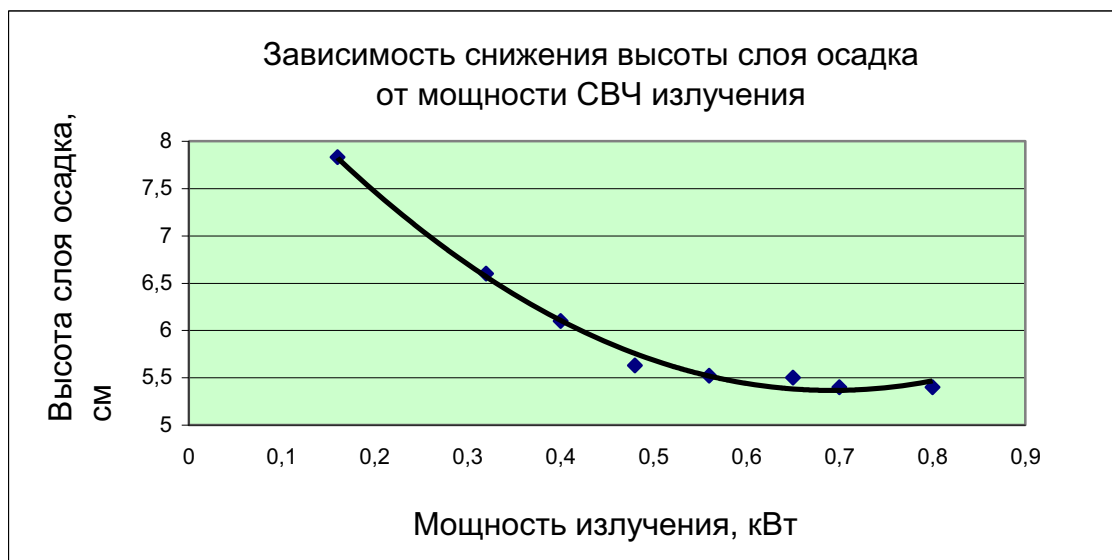


Рис. 2. Зависимость снижения высоты слоя осадка от мощности СВЧ-излучения

Математическое описание зависимости выражается уравнения регрессии:

$$Y = 8,672X^2 - 12,009X + 9,5219,$$

где Y – высота слоя осадка в цилиндре, см; X – мощность электромагнитного излучения, кВт.

В ходе опытов исследовалось свойство *липкости* смеси сырого осадка и активного ила. Липкость характеризует способность осадка пластичной консистенции прилипнуть к различным предметам. Силы адгезии и когезии играют важную роль при отжиме осадка (например, на фильтр-прессе). Необходимо, чтобы силы адгезии между осадком и фильтровальной тканью были меньше сил когезии между частицами осадка. Только в этом случае осадок может быть полностью удален с ткани. Неполнота съема осадка ведет, в свою очередь, к снижению производительности фильтра и повышению влажности осадка.

В настоящее время не существует единых надежных методов, позволяющих оценить влияние липкости на возможность удаления и транспортировки осадков [1].

При исследовании влияния СВЧ-излучения на изменение консистенции осадка отмечается возникновение высокого внутреннего сцепления частиц твердой фазы и низкое прилипание к стенкам цилиндра (*низкая липкость*), осадок становится пластичной консистенции.

Также изучался бактериальный состав осадка, обработанного сверхвысокочастотным электромагнитным излучением. Проба смеси сырого осадка и избыточного ила объемом 500 мл была обработана в СВЧ-установке в два этапа по 5 мин каждый. Данная проба была направлена на паразитологическое исследование в испытательный лабораторный центр ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области». Определяемые показатели: цисты лямблий (*Giardia intestinalis*),

яйца и личинки гельминтов. Результаты исследований: в пробе смеси осадков после обработки СВЧ-излучением данные виды патогенных микроорганизмов *не обнаружены* [4].

#### Выводы

Полученные экспериментальные данные подтверждают эффективность применения сверхвысокочастотного электромагнитного излучения при обработке осадков бытовых сточных вод: при минимальной обработке осадка СВЧ-излучением наблюдается значительное уменьшение объема осадка, снижение влажности, снижение липкости и 100 %-е уничтожение патогенных микроорганизмов (осадок становится стерильным).

#### Литература

1. Обработка и утилизация осадков производственных сточных вод / С. В. Яковлев, Л. С. Волков, Ю. В. Воронов, В. Л. Волков.– М. : Химия, 1999. – 448 с.
2. Канализация / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, А. И. Жуков, С. К. Колобанов – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с., ил.
3. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения: учебник для вузов / Ю. Б. Кудряшов, Ю. Ф. Перов, А. Б. Рубин. – М. : Физматлит, 2008. – 184 с.
4. Землянова, М. В. Изучение влияния сверхвысокочастотного электромагнитного излучения на свойства осадков сточных вод / М. В. Землянова. Е. И. Вялкова // Наука в современном информационном обществе (Science in the modern information society): сб. тр. междунар. заоч. научно-практ. конф. 3–4 апреля 2013.

## **ТРЕТЬЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

### **«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ»**

**А. В. Лебедев**

(ЗАО «Управление отходами-НН», г. Н. Новгород, Россия)

#### **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРИ СОЗДАНИИ ГОРОДЕЦКОГО КОМПЛЕКСА ТБО**

Мусоросортировочный комплекс с межмуниципальным полигоном для размещения непригодных к утилизации твердых бытовых отходов реализован в рамках областной целевой программы «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления в Нижегородской области на 2009–2014 годы». Согласно программе на территории региона появятся девять экологически чистых мусороперерабатывающих комплексов. Создание данного объекта позволило приступить к ликвидации порядка 60 свалок в зоне охвата комплекса. Проведенный АУ Нижегородской области «Экология региона» сравнительный анализ воздействия на окружающую среду существующих свалок и мусоросортировочного комплекса (рис. 1) показал, что закрытие и последующая рекультивация данных свалок позволят снизить выбросы вредных веществ в атмосферу на 12 000 тн в год, а также исключить проникновение в почву около 10 000 тн опасных веществ.



Рис. 1. Мусороперерабатывающий комплекс

Комплекс располагается в городецком районе на участке площадью 30 Га. Мощность объекта составляет 100 тыс. тн в год.

Зона охвата включает в себя 7 районов Нижегородской области: Борский, Городецкий, Семеновский, Ковернинский, Сокольский, левобережные части Лысковского и Воротынского районов. В общей сложности на этих территориях проживает порядка 270 тыс. человек. Срок эксплуатации полигона составляет 25 лет.

Данный проект реализуется в рамках государственно-частного партнерства, являющейся новой для России формой взаимоотношений государства и бизнеса, но давно зарекомендовавшей себя с положительной стороны в Европе. Основные плюсы концессии заключаются в том, что при строительстве происходит экономия бюджетных средств, так как все инвестиционные затраты при строительстве объекта на земельном участке, выделенном областью, берет на себя инвестор, при этом построенный объект передается в областную собственность.

По условиям концессионного соглашения, мусоросортировочный комплекс является собственностью государства, которое получает возможность контролировать процесс его строительства и эксплуатации. В то же время инвестор приобретает право долгосрочного управления данным объектом.

В рамках реализуемого проекта первый раз на территории Российской Федерации были привлечены инвестиционные средства для такого рода проектов путем выпуска инфраструктурных облигаций. Это позволяет инвестировать на максимально выгодных условиях средства на длительный срок.

В основу данного проекта команда ЗАО «Управление отходами-НН» постаралась заложить наиболее эффективный комплексный подход, направленный на модернизацию системы обращения с отходами в целом.

Исходя из высокой стоимости создания качественных объектов по переработке и утилизации, в Областной целевой программе определен «кустовой принцип» создания таких объектов. Вследствие этого возникла необходимость более совершенной логистики по транспортировке образующихся отходов на комплекс.

В рамках проекта была применена двухступенчатая система доставки, которая представляет собой сеть мусороперегрузочных станций (в зоне охвата комплекса их 4 и спецавтопарк – 4 автопоезда) (рис. 2).



Рис. 2. Проект двухступенчатой системы доставки

Транспортировка твердых бытовых отходов с использованием сети мусороперегрузочных станций происходит следующим образом: мусоровозы без значительного удлинения транспортного плеча собранные отходы выгружают в специальный бункер на перегрузочной станции, которые, попадая в пресс-компактор, прессуются в сменные контейнеры. Затем автопоездами данные контейнеры перемещаются на основной комплекс.

Мусороперегрузочные станции были спроектированы с учетом многолетнего опыта европейских коллег. Было использовано высокотехнологичное немецкое оборудование.

В целом такая система дает значительное снижение транспортных затрат, что является одним из ключевых факторов для работы мусоровывозящих компаний и работает на снижение тарифа.



Рис. 3. Сортировочная линия

Следующим этапом отходы поступают на основной комплекс с современной инженерной инфраструктурой.

Здесь ЗАО «Управление отходами-НН» использует принцип предпочтительности переработки перед захоронением. Поэтому изначально ТБО поступают на сортировочную линию (рис. 3). Там происходит отделение полезных фракций и их брикетирование для дальнейшей реализации.

В работе комплекса используются высокотехнологичное оборудование и специализированная техника (рис.4), для обслуживания и эксплуатации которой создана ремонтная база.



Рис. 4. Специализированная техника

Отдельно для крупногабаритных и строительных отходов есть соответствующие площадки, где происходит их дробление и отделение полезных фракций. Например, котельная на объекте работает на древесных отходах.

Для работников предприятия созданы отличные условия в административно-бытовом корпусе. Там же расположен методический кабинет для просветительской работы с населением, в частности для проведения открытых уроков среди детей.

После сортировки непригодные к дальнейшей переработке отходы, так называемые хвосты, поступают на карту складирования (рис. 5).

Благодаря передовым технологиям, применяемым ЗАО «Управление отходами-НН» на карте складирования отходов, решается проблема загрязнения окружающей среды, которая присуща обычным свалкам.

Первое – это исключение попадания фильтрата в грунт и грунтовые воды. Карта складирования включает в себя защитный противофильтрационный экран, при создании которого использованы геосинтетические материалы от ведущего мирового производителя. Для сбора и отвода фильтрата используется дренажная система.

Второе – это исключение загрязнения атмосферного воздуха в результате возгораний тела полигона. Помимо соблюдения технологии, связанной с пересыпкой слоев отходов инертными материалами, значительный эффект дает использование специализированного тяжелого катка уплотнителя. А также исключение попадания на карту неотсортированных строительных и крупногабаритных отходов. Для этого на специализированной площадке используется мощный шредер.

Третье – это строгий учет всех поступающих отходов. При въезде машины проходят радиационный контроль. Затем при взвешивании данные попадают в автоматизированную систему учета. Причем сейчас ведется работа над тем, чтобы следующим шагом стала передача данных в единый региональный кадастр.



В течение срока эксплуатации объекта происходит последовательная рекультивация карт. А перед окончанием срока действия будет проводиться финальная рекультивация, которая в дальнейшем исключит негативное воздействие на окружающую среду. Все работы проводятся за счет концессионера и включают в себя целый комплекс мер на основе современной технологии.

Рис. 5. Карта складирования отходов

Операционная деятельность ЗАО «Управление отходами-НН» ведется с 1 марта 2013 года.

Текущие задачи, которые решаются ЗАО «Управление отходами-НН» в настоящее время:

1. Выход на проектную мощность.
2. Системная совместная работа предприятия с областным Правительством и районными администрациями. Решается задача перевода потоков отходов на построенный объект в соответствии с ГСО, разработанными в муниципалитетах на основании ОЦП. В рамках этой работы заключаются трехсторонние договора.
3. Формирование планов по внедрению селективного сбора, который позволит значительно повысить количество и качество отбираемого вторсырья.
4. Повышение экологической культуры населения.

**Е. А. Молодкина**

(Генеральный директор ООО «РЕМОНДИС Дзержинск»,  
г. Дзержинск, Нижегородская обл., Россия)

## **РАЗДЕЛЬНЫЙ СБОР КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД СОРТИРОВКИ ОТХОДОВ**

(по материалам презентации)

*Раздельный сбор отходов – это большая  
культурная программа для нашей страны*

*Д. А. Медведев 19 июля 2011 г.*

### **Понятие раздельного сбора**

*Раздельный сбор отходов* – сбор различных видов вторсырья в специальные контейнеры отдельно от остаточных отходов.

*Вторсырье* – картон, бумага, пластик, стекло, ПЭТ-бутылки, пленки, металл.

### **Эффекты введения раздельного сбора**

- экологический
- макроэкономический
- микроэкономический
- культурологический
- градостроительный

### **Экологический эффект**

- сокращение нагрузки на полигон до 30%
- продление срока эксплуатации полигонов
- уменьшение канцерогенных выбросов
- отказ от мусоросжигательных заводов
- повышение пожарной безопасности полигонов
- уменьшение количества и токсичности фильтратов
- облегчение рекультивации полигонов

### **Макроэкономический эффект**

- уменьшение энергоемкости производства
- снижение ресурсоемкости и ресурсозависимости производства
- увеличение рабочих мест в районе
- повышение инвестиционной привлекательности района

### **Микроэкономический эффект**

Этап 1. Снижение затрат на утилизацию

Этап 2. Достижение прибыльности сортировки и продажи вторсырья



Рис. 1. Контейнер

### Основные этапы организации

- агитационная кампания по внедрению системы раздельного сбора
- расстановка 100 контейнеров для раздельного сбора в г. Дзержинск
- начало раздельного сбора
- введение системы сортировки и продажа вторсырья

### Реорганизация контейнерных площадок



Рис. 2. Реорганизация контейнерных площадок:  
а – до реорганизации; б – после реорганизации

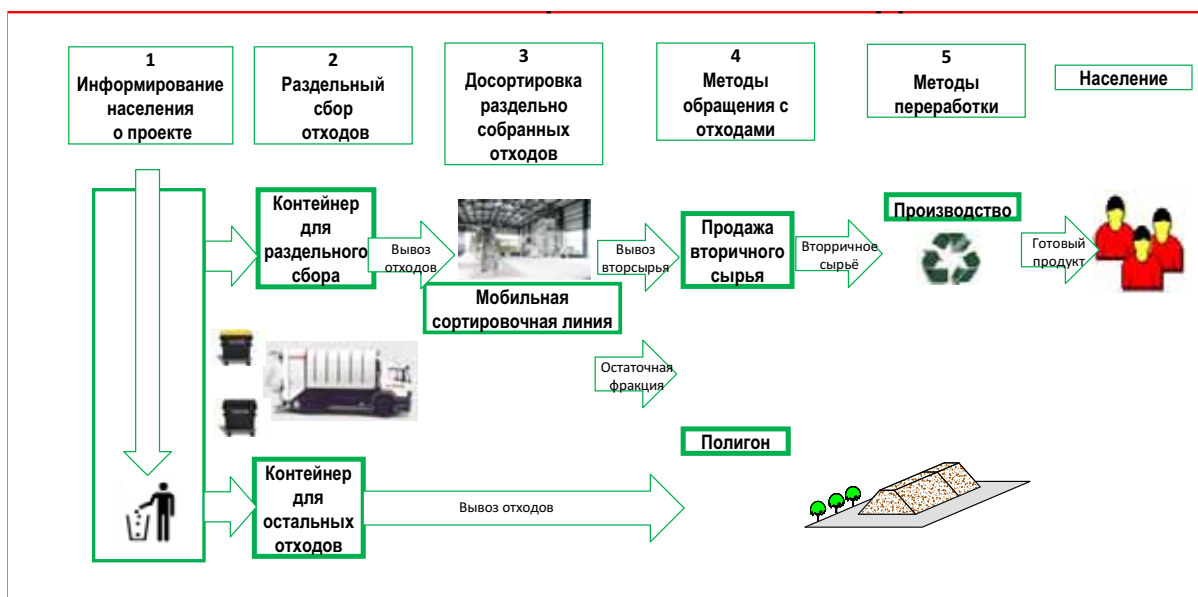


Рис. 3. Проект обращения с ТБО: модель

### Работа с населением

Цели:

- достичь понимания программы
- улучшить качество вторсырья

Средство:

- разъяснительная работа с населением посредством:  
а) СМИ; б) наружной рекламы; в) информационных брошюр.



**А. К. Кузнецов**

*(Департамент по охране, контролю и регулированию использования животного мира Свердловской области, г. Екатеринбург, Россия)*

## **ПРОБЛЕМЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНЫХ ФУНКЦИЙ В ОБЛАСТИ РЫБОЛОВСТВА НА ТЕРРИТОРИИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Свердловская область обладает значительным водным фондом. Рыбохозяйственное значение имеют 248 озер площадью 65,9 тыс. га, 81 водохранилище площадью 57,05 тыс. га, 21 река общей протяженностью 5 010 км, а также 3,2 тыс. га городских и сельских прудов и 1 413 га приспособленных спускных прудов в составе рыбопитомников. Таким образом, общая площадь водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, составляет 127,5 тыс. га.

Среди всех типов водоемов рыбохозяйственного фонда Свердловской области как по количеству и площади акваторий, так и по их значению в общей добыче рыбы преобладают озера. В озерах за последние 25 лет вылавливалось до 80–90 % всей добываемой в области рыбы.

По составу ихтиофауны озера относятся к двум типам: окунево-плотвичным и карасевым водоемам. Основу же промысловых уловов в озерах составляет карась. Реки области относятся к двум крупным бассейнам: Обь-Иртышскому и Волго-Камскому. Наиболее крупными реками первого бассейна являются Тавда, Лозьва и Сосьва с притоком Пелым и Тура с притоками: Пышма, Тагил, Нейва и Реж, верхнее течение Исети; во втором бассейне – Чусовая и верхнее течение Уфы. На площадь первого бассейна приходится 81 % площади области.

В результате загрязнения сточными водами промышленных предприятий утратили рыбохозяйственное значение реки Пышма, Тагил, Нейва, Исеть, Чусовая. Сильно захламлены отходами лесосплава и загрязняются промышленными стоками реки Тавда, Тура, Сосьва, Лозьва, в них почти полностью прекратился заход таких ценных видов рыб, как нельма, таймень, хариус, тугун и стерлядь.

Ежегодно между юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими промышленное рыболовство и организуемыми любительское и спортивное рыболовство, департаментом по охране, контролю и регулированию использования животного мира Свердловской области распределяется порядка 600–700 тонн водных биоресурсов. Общий объем вылова водных биоресурсов составляет в среднем 65–70 % от распределяемого, т. к. большая часть водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, расположена в труднодоступных северных и северо-восточных районах, что создает значительные трудности в организации промысла и вывозе отловленной рыбы.

Значительный ущерб водным биоресурсам на внутренних водоемах Свердловской области наносит браконьерский вылов рыбы.

Контрольно-надзорные функции в области рыболовства на территории Свердловской области осуществляются отделом государственного контроля, надзора, охраны водных биологических ресурсов и среды их обитания по Свердловской области Нижнеобского территориального управления Федерального агентства по рыболовству. Численность государственных инспекторов Росрыболовства в Свердловской области на сегодняшний день составляет 15 человек. Недостаточное материально-техническое обеспечение государственных инспекторов Росрыболовства, а также низкая их численность нередко приводят к низкоэффективному исполнению полномочий по охране водных биоресурсов и среды их обитания на территории Свердловской области.

Штатная численность сотрудников департамента – 64 человека, из них в 94 муниципальных образованиях Свердловской области функции по осуществлению государственного надзора в области охраны и использования объектов животного

мира и среды их обитания, государственного охотничьего надзора, охраны водных биологических ресурсов выполняют 32 государственных инспектора.

Департамент достаточно хорошо оснащен технически. Постановлением Правительства Свердловской области от 02.07.2009 г. № 624 определены нормы обеспеченности транспортными средствами работников департамента. В соответствии с этими нормами в департаменте имеется 35 автомобилей повышенной проходимости, 31 снегоход, 17 лодок с моторами, а также рации, фотоаппараты, видеокамеры, что обеспечивает необходимую мобильность работы и сбор доказательной базы для привлечения нарушителей законодательства в сфере охраны и использования животного мира к ответственности.

В рамках проведения мероприятий по охране водных биологических ресурсов на внутренних водных объектах Свердловской области департамент взаимодействует с правоохранительными органами, Росрыболовством, разработаны планы совместных мероприятий по обеспечению взаимодействия и координации в сфере контроля и надзора за охраной, воспроизводством и использованием водных биоресурсов в водоемах Свердловской области, проводятся рейды по охране водных биологических ресурсов.

Сообщения по нарушениям Правил рыболовства, выявленным государственными инспекторами департамента во время проведения рейдов по охране водных биологических ресурсов, направляются в территориальные подразделения Росрыболовства. При этом у государственных инспекторов департамента отсутствуют полномочия по составлению и рассмотрению протоколов по нарушениям в области рыболовства, что снижает эффективность проведения рыбоохранных мероприятий, приводит к усложнению делопроизводства по делам об административных правонарушениях, увеличению срока рассмотрения дел об административных правонарушениях и привлечения правонарушителей к ответственности. Также у государственных инспекторов департамента отсутствуют полномочия по изъятию незаконных орудий вылова водных биоресурсов, что затрудняет проведение рыбоохранных мероприятий.

В 2012 г. государственными инспекторами департамента был проведен 931 рейд по охране водных биологических ресурсов, составлено 254 сообщения по нарушениям Правил рыболовства. По сообщениям департамента отделом государственного контроля, надзора, охраны водных биологических ресурсов и среды их обитания по Свердловской области Нижнеобского территориального управления Федерального агентства по рыболовству к административной ответственности было привлечено 209 человек, сумма взысканных штрафов за нарушение законодательства об охране водных биологических ресурсов и удовлетворенных исков, поступившая в бюджеты разных уровней, составила 185,6 тыс. рублей.

При этом рейдов по охране животного мира в 2012 г. было проведено 3801, к административной ответственности привлечено 1176 человек, сумма взысканных штрафов за нарушение законодательства об охране животного мира и удовлетворенных исков, поступившая в бюджеты разных уровней, составила 2697,3 тыс. рублей.

В целях надлежащего исполнения ст. 6 Федерального закона от 24 апреля 1995 года № 52-ФЗ «О животном мире» и эффективной охраны водных биоресурсов и среды их обитания **необходимо государственных инспекторов по федеральному государственному надзору в области охраны, воспроизводства и использования объектов животного мира и среды их обитания, федеральному государственному охотничьему надзору наделить полномочиями по составлению и рассмотрению протоколов по нарушениям в области рыболовства.**

**А. В. Кусакин<sup>1</sup>, Т. Н. Ефимова<sup>2</sup>, Н. А. Щекотова<sup>3</sup>**

*(<sup>1</sup> департамент экологической безопасности, природопользования и защиты населения; <sup>2</sup> Поволжский государственный технологический университет;*

*<sup>3</sup> Управление Роспотребнадзора по Республике Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл)*

## **ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ В 2012 ГОДУ**

В соответствии с п. 14 Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 10.04.2007 № 219 (ред. от 14.11.2011 № 933) органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации организуют проведение регулярных наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных зон водных объектов, гидротехнических сооружений. Уполномоченным органом в республике является департамент экологической безопасности, природопользования и защиты населения Республики Марий Эл (далее – департамент).

Управлением Роспотребнадзора по Республике Марий Эл осуществлялся контроль качества воды в открытых водоемах в рамках социально-гигиенического мониторинга (Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», ст. 45, постановление Правительства Российской Федерации от 02.02.2006 г. № 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга»).

Государственный мониторинг поверхностных водных объектов (поверхностных вод, донных отложений, водоохранных зон и гидротехнических сооружений) в 2012 году осуществлялся в соответствии с государственным контрактом № 4-ЕП от 20 марта 2012 года «Ведение мониторинга поверхностных водных объектов на территории Республики Марий Эл», заключенным департаментом с ГУП «ТЦ Маргеомониторинг» в 15 пунктах наблюдения.

Отобрано и проанализировано 128 проб, из них:

– 100 проб *поверхностных вод* (25 створов на 12 реках ежеквартально) по 25 показателям;

– 28 проб *донных отложений*: 26 створов на 12 реках (24 створа 1 раз в год) и 2 створа (2 раза в год) по 6 показателям.

### **Оценка качества вод в зонах влияния очистных сооружений**

Оценка уровня загрязнения поверхностных вод выполнена путем сравнения содержания загрязняющих веществ с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК), установленными для воды водных объектов рыбохозяйственного значения. С целью оценки качества вод использован индекс загрязненности вод (ИЗВ), который позволяет получить оценку качества воды, основываясь на анализе кратности превышений ПДК ингредиентов, и удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ), оценивающий долю загрязняющего эффекта, обусловленного присутствием контролируемых загрязняющих веществ.

Анализ показал, что «очень грязными» и «чрезвычайно грязными» являются створы рек ниже сброса сточных вод с очистных сооружений: н. п. Сернур (р. Сердьяжка); н. п. Куженер (р. Немда); н. п. Параньга (р. Параньгинка); н. п. Советский (р. Ронга); н. п. Азаново (р. Печуморка).

### **Оценка состояния водных объектов в местах водопользования населения**

Контроль за качеством воды открытых водоёмов в рамках социально-гигиенического мониторинга в 2012 году осуществлялся Управлением Роспотребнадзора по Республике Марий Эл в 61 точке по 18 санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям.

По результатам мониторинга состояния загрязнения открытых водоёмов (II категория), проводимого в местах рекреационного водопользования населения, установлено, что в 2012 году удельный вес нестандартных проб воды поверхностных водоёмов, не отвечающих санитарным нормам, составил по химическим показателям 1,2 % (в 2011 г. – 1,5 %, в 2010 г. – 7,2 %; в 2009 г. – 6,1 %, среднероссийский показатель в 2011 г. – 24,4 %), по микробиологическим показателям 0,6 % (в 2011 г. – 1,8 %, в 2010 г. – 4,9 %, в 2009 г. – 2,3 %, среднероссийский показатель в 2011 г. – 24,5 %).

Анализ состояния открытых водоёмов в местах водопользования населения приведён в табл. 1.

Таблица 1

**Удельный вес проб воды водоёмов по категориям водопользования в Республике Марий Эл за 2008–2012 гг., не отвечающих гигиеническим нормативам (%)**

Категории объектов водопользования	по санитарно-химическим показателям					по микробиологическим показателям				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Водоёмы I категории (р. М. Кокшага)	0,0	3,7	7,4	4,1	0	10,0	2,1	3,9	3,9	0
Водоёмы II категории	3,8	6,1	7,2	1,5	1,2	4,0	2,3	4,9	1,8	0,6
Всего по республике	3,8	5,9	7,3	1,8	1,1	4,0	2,3	4,4	2,0	0,6

Наибольшее загрязнение открытых водоемов по микробиологическим показателям зарегистрировано в г. Волжске (8,8 %), Сернурском (3,7 %) и Волжском (2,6 %) районах, по санитарно-химическим – в Звениговском районе (17,8 %) (табл. 2, 3, рис. 1, 2).

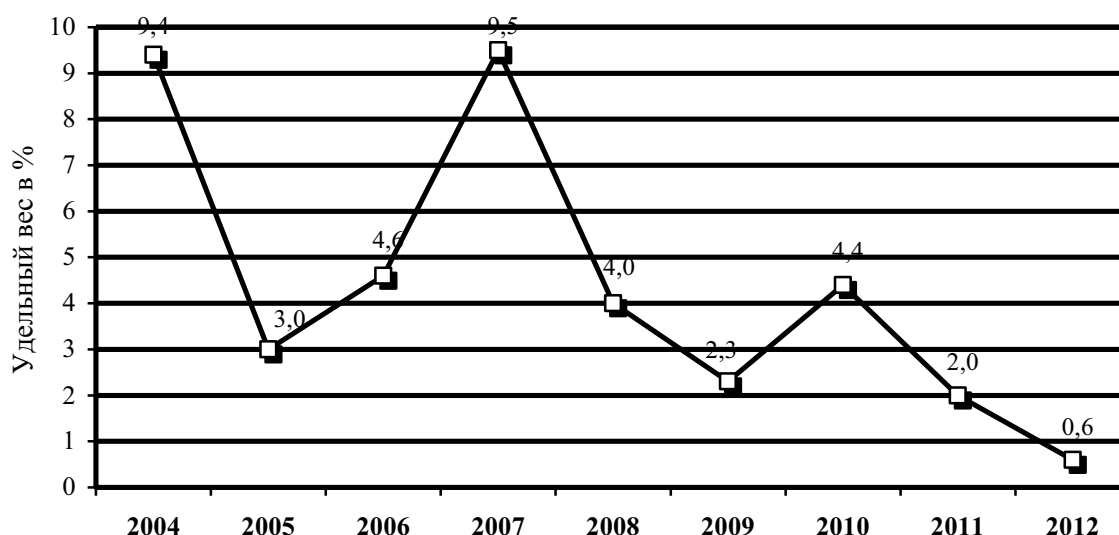


Рис. 1. Удельный вес проб воды из открытых водоёмов Республики Марий Эл, не отвечающих санитарным нормам по микробиологическим показателям

Таблица 2

**Санитарно-гигиеническая характеристика состояния открытых водоёмов  
Республики Марий Эл по микробиологическим показателям в 2005–2012 гг.**

Муниципальные образования	Кол-во створов	Удельный вес нестандартных проб воды (%)							
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Российская Федерация	–	24,0	27,7	27,5	23,4	23,1	25,9	24,5	–
Республика Марий Эл, в том числе:	61	3,0	4,6	9,5	4,0	2,3	3,9	2,0	1,2
г. Йошкар-Ола	4	0,0	26,4	9,2	10,0	2,3	3,4	3,9	0,0
г. Волжск	11	–	11,1	–	–	14,2	28,5	15,6	8,8
Волжский район	3	7	7,4	15,6	11,0	2,0	3,0	1,7	2,6
г. Козьмодемьянск	5	–	6,0	10,8	–	4,1	11,0	4,7	0,0
Горномарийский район	3	8,5	0,0	10,3	6,2	7,6	10,0	0,0	0,0
Звениговский район	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0
Килемарский район	3	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0
Куженерский район	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Мари-Турекский район	5	0,0	7,9	4,4	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Медведевский район	3	0,0	13,2	25,0	1,2	3,3	3,7	0,0	0,0
Моркинский район	3	2,6	3,5	24,2	6,1	0,0	2,9	0,0	0,0
Новоторъяльский район	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Оршанский район	4	0,0	8,3	27,3	13,9	2,0	9,2	0,0	0,0
Параньгинский район	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0
Сернурский район	4	3,4	0,0	8,3	8,7	0,0	2,1	15,7	3,7
Советский район	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Юринский район	1	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

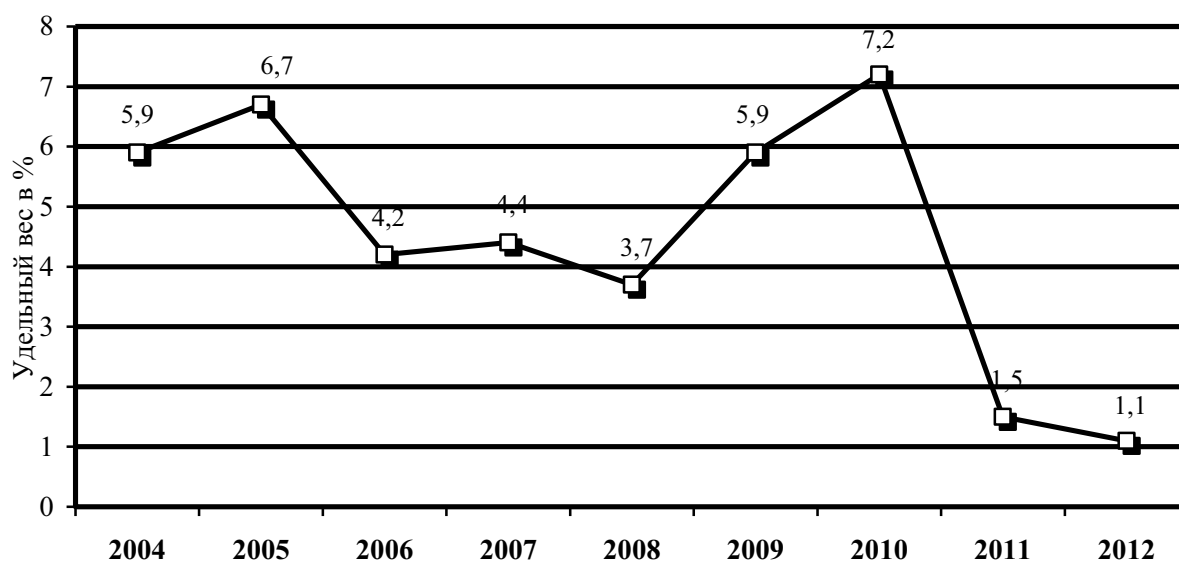


Рис. 2. Удельный вес проб воды из открытых водоёмов Республики Марий Эл, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям

Таблица 3

**Качество воды поверхностных водоемов Республики Марий Эл  
по санитарно-химическим показателям в 2005–2012 гг.**

Муниципальные образования	Удельный вес нестандартных проб воды (в %)							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Российская Федерация	27,7	27,7	27,5	25,3	24,1	26,5	24,4	–
Республика Марий Эл	6,7	4,2	4,4	3,7	5,9	7,2	1,5	1,1
г. Йошкар-Ола	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0
г. Волжск	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Волжский район	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
г. Козьмодемьянск	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Горномарийский район	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0
Звениговский район	6,9	24,4	13,2	9,0	14,2	11,6	14,3	17,9
Килемарский район	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Куженерский район	20,0	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Мари-Турекский район	0,0	0,0	25,0	0,0	26,6	6,6	0,0	0,0
Медведевский район	0,0	0,0	9,8	0,0	1,3	3,4	0,0	0,0
Моркинский район	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Новоторъяльский район	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Оршанский район	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	24,0	0,0	0,0
Параньгинский район	18,8	0,0	0,0	17,9	14,2	24,0	0,0	0,0
Сернурский район	5,4	0,0	0,0	0,0	10,7	8,0	0,0	0,0
Советский район	35,3	0,0	0,0	0,0	12,5	33,3	0,0	0,0
Юринский район	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0

**Оценка качества донных отложений**

В настоящее время система нормирования содержания загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов разработана слабо. Это связано, прежде всего, с недостаточным объёмом данных о качественных характеристиках донных отложений природных водных объектов, полученных с использованием единых аналитических методик. Поэтому в природоохранной деятельности в качестве фоновых значений содержания тяжёлых металлов наиболее часто используются данные, полученные в ИМГРЭ. С целью оценки качества донных отложений рассчитывался суммарный показатель загрязнения – СПЗ.

В течение 2012 года на реках республики было отобрано и проанализировано 28 проб донных отложений по 6 показателям (медь, цинк, свинец, кадмий, нефтепродукты, pH).

Вид проб донных отложений, отобранных в створах реки М. Кокшаги в районе водозабора, ниже сброса ливневой канализации по ул. Вашской и выше сброса ОСК г. Йошкар-Олы, – илистый песок, в створе ниже сброса ОСК – глинистый ил. В проанализированных пробах содержание меди, цинка, свинца, кадмия, никеля не превышает фоновых значений.

Максимальные содержания загрязняющих веществ в пробах донных отложений реки составили: меди – 15,8 мг/кг, цинка – 17,56 мг/кг, свинца – 3,65 мг/кг, кадмия – 0,06 мг/кг, нефтепродуктов – 432,0 мг/кг, что не превышает их фоновых значений.

Расчёты суммарного показателя загрязнения (СПЗ) донных отложений, отобранных в вышеуказанных створах, металлами указывают на степень загрязнения «незагрязнённые».

Вид отобранных проб донных отложений во всех створах р. Немды – илистый песок.

По сравнению с пробами донных отложений, отобранных выше очистных сооружений н. п. Куженер и н. п. Новый Торъял, в пробах, отобранных ниже очистных сооружений, содержание загрязняющих веществ не превышает фоновых значений.

Расчёты СПЗ – суммарного показателя загрязнения металлами донных отложений, отобранных в створах выше и ниже очистных сооружений канализации н. п. Куженер и н. п. Новый Торьял, указывают на степень загрязнения «незагрязнённые».

#### **Оценка состояния берегов и водоохраных зон**

В 2012 году проводилось обследование береговой линии и водоохраных зон на участке реки М. Кокшага в черте города Йошкар-Олы от водозабора до сливной плотины (правый берег) протяженностью 11 км и реки Нольки (правый берег) протяженностью 29 км с целью выявления береговой эрозии и оценки состояния экосистемы водоохраных зон.

Проведение инженерно-геологического обследования левого берега реки М. Кокшаги (11 км) выявило:

- 3 участка активного проявления эрозионного процесса (боковая эрозия, поверхностный сток) протяженностью от 16 до 60 м, при общей протяженности 97,5 м;
- один участок с потенциальной эрозионной активностью протяженностью 10 м;
- 14 мест неорганизованного складирования бытового мусора с размерами более 1 на 1 м.

При оценке экосистемы водоохраной зоны вдоль данного участка береговой линии, общей площадью 2,2 км<sup>2</sup>, установлено, что:

- общая площадь залуженных участков составляет 0,32 км<sup>2</sup>;
- общая площадь участков под древесной и древесно-кустарниковой растительностью – 0,22 км<sup>2</sup>.

При оценке экосистемы водоохраной зоны реки Нольки установлено, что:

- общая площадь залуженных участков составляет 1,2 км<sup>2</sup>;
- общая площадь участков под кустарниковой растительностью 0,6 км<sup>2</sup>.
- общая площадь участков под древесной и древесно-кустарниковой растительностью – 1,1 км<sup>2</sup>.

#### **Мониторинг гидротехнических сооружений**

В послепаводковый период 2012 года проведено визуальное обследование состояния и оценка уровня безопасности 60 гидротехнических сооружений (ГТС), представляющих потенциальную угрозу для населения и объектов экономики. По результату визуального обследования состояния ГТС составлена ведомость технического состояния ГТС в послепаводковый период 2012 года с оценкой уровня безопасности.

#### **Выводы**

1. Результаты мониторинга водных объектов подтверждают, что поверхностные воды испытывают значительное техногенное воздействие. Основная масса загрязняющих веществ поступает в бассейны рек в районах, где сконцентрировано большинство промышленных предприятий и жилищно-коммунальных хозяйств, очистные сооружения которых являются основными загрязнителями водных объектов. Значительный вклад в антропогенное загрязнение поверхностных водоемов вносит неорганизованный сброс сточных вод и мусора с территории населенных пунктов, площадок промышленных предприятий, с территорий, занятых под сельское хозяйство и т. д.

2. Основными загрязняющими веществами водных объектов республики являются азот аммонийный, взвешенные вещества, легкоокисляемые органические вещества по БПК<sub>5</sub>, нитриты, фосфаты (по фосфору), нефтепродукты. Повышенные содержания меди, железа, марганца и фенола носят природный и сезонный характер.

3. Результаты лабораторных анализов пробы воды в рамках социально-гигиенического мониторинга в 2012 году, выполненных Управлением Роспотребнадзора по Республике Марий Эл, свидетельствуют об улучшении качества

воды открытых водоемов по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям.

4. В 2012 году во всех створах наблюдений на реках республики отобраны и проанализированы пробы донных отложений. Между донными отложениями и водой происходит непрерывный процесс обмена, при котором в донные отложения переходят взвешенные вещества, коллоиды гидроксидов металлов, отмершие растительные и животные остатки, продукты окисления органических веществ, вещества антропогенного происхождения. При расчете суммарного показателя загрязнений донных отложений были выбраны металлы, имеющие наиболее высокие классы опасности: медь, цинк, свинец, кадмий.

В 2012 году большинство исследованных проб донных отложений водных объектов по содержанию металлов соответствуют уровню загрязнения «незагрязнённые».

5. Проведение мониторинга водоохранных зон позволяет принять меры по ликвидации мест неорганизованного складирования бытового мусора, а также провести оценку и прогнозирование состояния обследуемых участков, эрозионной сети и рассчитать изменения указанных участков в сравнении с предыдущими периодами.

6. Мониторинг ГТС позволяет принять меры по недопущению чрезвычайных ситуаций, уточнить мероприятия по текущему ремонту и обслуживанию ГТС, принять управленческие решения по составлению проектно-сметной документации на капитальный ремонт ГТС, выделению финансовых средств на пропуск паводка и обслуживанию ГТС в 2013 году.

В 2013 году планируется провести отбор 308 проб воды (из них: 288 проб поверхностных вод, 40 проб сточных (ливневых) вод) для анализа по 25 показателям и 55 проб донных отложений для анализа по 6 показателям.

Провести обследование технического состояния и оценку уровня безопасности 73 ГТС, представляющих потенциальную угрозу для объектов экономики.

Мониторингу водоохранных зон подлежат:

– правобережные и левобережные участки реки М. Кокшаги в пределах г. Йошкар-Олы шириной 200 м и общей протяженностью 7,95 км и 8,25 км соответственно;

– правобережный и левобережный участки реки Шойки в пределах г. Йошкар-Олы шириной 50 м и протяженностью 3,5 км каждый.

На левобережном участке реки Илеть у д. Коротково Волжского района протяженностью 0,5 км предполагается провести мониторинг берегов и водоохраной зоны (ширина 200 м).

Мониторинг русловых процессов на реке М. Кокшаге планируется провести в пределах г. Йошкар-Олы на участке протяженностью 0,75 км.

На участке реки Б. Кокшаги у с. т. «Волгарь» (п. Кокшайск Звениговского района) протяженностью 2 км планируется проведение мониторинга правого и левого берегов, водоохранных зон (шириной 200 м каждая) и русловых процессов.



**А. В. Кусакин<sup>1</sup>, Т. Х. Гордеева<sup>2</sup>, О. В. Малюта<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup> департамент экологической безопасности, природопользования и защиты населения; <sup>2</sup> Поволжский государственный технологический университет; г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл)

## **ВЛИЯНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И РОСТ РАСТЕНИЙ**

*Исследованы параметры биологической активности почвы, мелиорированной донными отложениями. Выявлено отсутствие ингибирующего действия нетрадиционного мелиоранта на почвенную микробиоту и рост растений.*

**Введение.** Одним из способов восстановления природной среды и в частности почв является рекультивация. В настоящее время достаточно широко применяются для рекультивации нарушенных земель нетрадиционные почвенные мелиоранты. В частности, в процессе природообустройства при проведении гидромеханизированных работ по очистке и восстановлению русел рек, образуется такой вид многотоннажных отходов как донные отложения. В Республике Марий Эл с 2007 года Департаментом экологической безопасности, природопользования и защиты населения Республики Марий Эл за счет средств федерального бюджета, представляемых в виде субвенций Федеральным агентством водных ресурсов, активно проводится работа по расчистке русла реки Малая Кокшага в черте г. Йошкар-Олы. По состоянию на 01.01.2013 г. в карты намыва 126 тыс. тонн донных отложений. До конца 2015 года предстоит намывать еще 148 тыс. тонн.

Для оценки возможности использования данного вида отходов в качестве почвенного мелиоранта были проведены токсикологические и микробиологические эксперименты, что и являлось целью исследований.

**Объекты и методики.** Исследования проводили на территории Куярского лесничества Республики Марий Эл. Объектом исследований являлись подзолистые песчаные почвы, мелиорированные донными отложениями. В эксперименте использовались донные отложения со сроком экспозиции в картах намыва 2 года, исследования проводились через год после их внесения. Токсикологические исследования проводились в соответствии с аттестованными методиками [1, 2]. Биологическую активность почвы определяли аппликационными методами [3]. Микробиологические исследования почвы проводили по общепринятым в микробиологии методикам [4].

Проведение токсикологического эксперимента с использованием дафний *Daphnia magna* Straus и водорослей *Chlorella vulgaris* Beijer выявили принадлежность данных отходов к пятому классу опасности, что свидетельствует об отсутствии токсичности (табл. 1).

Таблица 1

### **Определение класса опасности донных отложений методами биотестирования**

Вариант опыта	рН водной вытяжки	Показатели токсичности в тесте с дафниями			Показатели токсичности в тесте с водорослями		Класс опасности отхода
		ЛКР <sub>(50-48)</sub>	БКР <sub>(10-48)</sub>	Класс опасности	ТКР <sub>(+20/30-22)</sub>	Класс опасности	
Донные отложения	7,47	–	1	V	1,99	V	V

Исследование ряда параметров биологической активности почвы, мелиорированной донными отложениями в различных дозах (табл. 2), выявило достоверное увеличение аммонифицирующей и целлюлозоразрушающей активности по вариантам опыта. Степень этого увеличения зависела от дозы внесенного мелиоранта.

Таблица 2

**Биологическая активность подзолистой песчаной почвы, мелиорированной донными отложениями**

Вариант опыта	Целлюлозоразрушающая активность почвы, %	Протеазная активность, %	Аммонифицирующая активность, рН возд. среды
Донные отложения в дозе 120 т/га	48,62	8,02	11,0
Донные отложения в дозе 60 т/га	45,25	7,83	8,16
Контроль	32,81	7,01	7,33
НСР <sub>05</sub>	10,92	—*	0,75

\* – различия на 5 %-ном уровне значимости несущественно

Анализ численности основных физиологических групп микробного комплекса исследуемых почв показал, что внесение донных отложений в подзолистую песчаную почву увеличило количество микроорганизмов, использующих подвижные формы азота, что свидетельствует об усилении минерализационных процессов в почве (табл. 3).

Таблица 3

**Численность основных физиологических групп микроорганизмов подзолистой песчаной почвы**

Группы микроорганизмов, тыс. к/г абс. сухой почвы	Контроль	Донные отложения в дозе, 60 т/га	Донные отложения в дозе, 120 т/га	Целинная почва (лес)
Аммонифицирующие	1022	1373	1724	1051
Аминоавтотрофные	484	1833	3372	498
Актиномицеты	212	417	555	148
Олигонитрофильные	1364	3820	7550	1056
Олиготрофные	1026	2083	3124	1038
Гумусоразлагающие	920	1067	1105	219
Микромицеты	7,0	27,5	19,0	83,5
Целлюлозодеструкторы	40,0	80,0	80,0	54,0
Азотфиксирующие*	14,0	16,0	24,0	0,0

\* – % обрастания комочков почвы

Наибольшее количество аминоавтотрофных микроорганизмов отмечалось при дозе мелиоранта 120 т/га. Это подтверждают и высокие показатели коэффициентов минерализации и олигонитрофильности, значения которых больше 1, что свидетельствует об интенсивности мобилизации азота в почве, мелиорированной донными отложениями (табл. 4). Среди микроорганизмов, усваивающих минеральные

формы азота, независимо от дозы мелиоранта, доминировала бактериальная флора. При этом в контрольном варианте, наряду с высокой численностью бактерий (более 60 %), выявлялось также достаточно высокое относительное количество актиномицетов (более 30 %).

Таблица 4

**Показатели активности микробиологических процессов  
в подзолистой песчаной почве**

Вариант опыта	Коэффициенты			
	Минерализации, КАА/МПА	Олигонитрофильности, Эшби/МПА	Олиготрофности ПА/МПА	Условный коэффициент гумификации, НА/МПА
Контроль	0,47	1,33	1,00	1,11
Донные отложения 60 т/га	1,34	2,79	1,52	1,30
Донные отложения 120 т/га	1,96	4,39	1,81	1,56
Целинная почва (лес)	0,47	1,00	0,98	5,00

Внесение донных отложений способствовало некоторому перераспределению этих групп микроорганизмов в сторону увеличения доли бактерий при снижении относительного содержания актиномицетов. Соотношение бактерии: актиномицеты было ниже при внесении донных отложений в дозе 120 т/га.

Низкая влажность, незначительное содержание питательных веществ в песчаной почве ограничивают развитие таких почвенных деструкторов, как микромицеты. В почве контрольного варианта их численность невелика. Донные отложения увеличивали количество микроскопических грибов, причем прямой зависимости увеличения численности грибов от дозы мелиоранта не выявлено. Наибольшая численность микромицетов отмечалась в почве леса, вероятно, связанная с более кислой реакцией среды.

Распространение и активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов тесно связаны с обеспеченностью почв азотом. Наименьшее количество целлюлозодеструкторов и их активность отмечалась в почве контрольного варианта. Внесение мелиоранта независимо от дозы повышало численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в 2 раза по сравнению с контролем и в 1,5 раза по сравнению с фоновой почвой. Более высокая активность микроорганизмов данной группы отмечалась при дозе мелиоранта 120 т/га, что обусловлено, вероятно, изменениями в структуре целлюлозоразрушающих микроорганизмов в сторону преобладания бактерий.

Важную роль в обогащении почвы азотом играют свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы. Известно, что процесс азотфиксации зависит от многих факторов: от наличия микроэлементов, кислотности, влажности и др.; этим объясняется его нестабильность. Результаты исследований показали, что внесение донных отложений способствовало увеличению частоты встречаемости азотобактера. Наиболее оптимальные условия для его развития складывались в почве с дозой мелиоранта 120 т/га. Следует, однако, отметить, что в целом частота встречаемости азотобактера в исследуемой почве была невысокой (менее 50 %).

Во всех вариантах с внесением донных отложений отмечено увеличение численности олиготрофов. Стимуляция их роста обусловлена, вероятно, питательными веществами, внесенными вместе с донными отложениями. Это подтверждает достаточно высокий коэффициент гумификации в почве опытных вариантов. По данным Барана и др., 2005 [5], развивающиеся в почве (автохтонные) микроорганизмы способны разлагать низкомолекулярные полиароматические углеводороды.

Таким образом, использование донных отложений в качестве мелиоранта увеличивало численность микроорганизмов, участвующих в превращениях азота, а также способствовало ускорению мобилизационных процессов в почве.

В год внесения мелиорантов на объекте рекультивации были высажены саженцы сосны обыкновенной. Спустя 2,5 месяца проведены первые сравнения приживаемости растений и их рост в вариантах опыта. Анализ результатов дисперсионного анализа показал, что на данном этапе достоверных различий в росте саженцев сосны в вариантах опыта и в контроле не наблюдается (табл. 5).

Таблица 5

**Влияние нетрадиционных мелиорантов на рост саженцев сосны обыкновенной**

Вариант опыта	Высота стволика саженцев сосны, см	
	2010 г.	2011 г.
Донные отложения (60 т/га)	7,2	8,31
Донные отложения (120 т/га)	7,4	8,43
Контроль	7,6	7,97
НСР <sub>05</sub>	–	–

Различий между высотой саженцев в вариантах опыта не обнаружилось и через год, что свидетельствует об отсутствии негативного воздействия нетрадиционных мелиорантов на рост саженцев сосны.

**Выводы**

Использование донных отложений в качестве мелиоранта способствует увеличению численности микроорганизмов, участвующих в превращениях азота, ускорению мобилизационных процессов в почве, а также не оказывает ингибирующего действия на растения.

*Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» (государственный контракт № 16.552.11.7089 от 12 июля 2012 г.) с использованием оборудования ЦКП «ЭБЭЭ» ФГБОУ ВПО «ПГТУ».*

**Литература**

1. ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06 (ПНД Ф Т 16.1:2:3:3.9-06) Методика определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia magna* Straus. Красноярский государственный университет
2. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 (ПНД Ф Т 16.1:2:3:3.7-04) Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer). Красноярский государственный университет.
3. Методы стационарного изучения почв / Под ред. А. А. Роде. – М.: Наука, 1977. – 320 с.
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под. ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
5. Баран, С. Биохимический индекс почвенного плодородия как показатель состояния почв после внесения сточного ила / С. Баран, П. Олещук, Т. Милчарек // Почвоведение, 2005. №4. – С. 486–493.

**В. В. Бардюк**

*(Министерство природных ресурсов Хабаровского края)*

## **ЭКОСИСТЕМНЫЙ МОНИТОРИНГ В РОССИЙСКО-КИТАЙСКОМ ТРАНСГРАНИЧНОМ КОНТЕКСТЕ**

Амур – крупнейшая трансграничная река Евразии, бассейн Амура играет значительную роль в экономическом развитии Северо-Восточной Азии. Пространственно бассейн Амура располагается на территории четырех государств: основной его частью 1 006,1 тыс. км<sup>2</sup> – в пределах Российской Федерации, 889,1 тыс. км<sup>2</sup> – в КНР, 190,6 тыс. км<sup>2</sup> – в МНР, около 100 км<sup>2</sup> – в пределах КНДР [1]. Асимметрия в экономическом развитии стран, расположенных на этой территории, обусловила комплекс различных проблем бассейна Амура – экономических, геополитических, экологических, межгосударственных, региональных и локальных. Наиболее интенсивно осваивается китайская часть, составляющая 42 % бассейна р. Амур (в основном бассейн р. Сунгари), где проживает более 100 млн человек (провинции Хэйлунцзян, Цзилинь, северо-восточная часть автономного района Внутренняя Монголия).

Качественный состав вод р. Амур формируется под влиянием сброса коммунальных и промышленных сточных вод с территории КНР и России и поверхностного стока с сельскохозяйственных полей. Характерными загрязнителями являются органические вещества различного генеза, тяжелые металлы.

Антропогенное воздействие на р. Амур обостряет целый ряд региональных экологических проблем:

- преобразование и разрушение природных экосистем, в том числе кедрово-широколиственных и темнохвойных лесов;
- загрязнение экосистем;
- снижение запасов и качества рыбных ресурсов;
- дефицит качественной питьевой воды;
- снижение комфортности проживания и ухудшение здоровья населения, в том числе коренных малочисленных народов.

Вместе с тем, учитывая пограничное положение р. Амур, развитию мониторинга качества трансграничных вод до конца XX века не уделялось должного внимания. Оценка воздействия на реку Амур со стороны Китая и России не проводилась ни водными правительственными ведомствами, ни научными организациями. Вопросы мониторинга не предусматривались подписанными 27 мая 1994 г. Соглашениями между Правительствами РФ и КНР о сотрудничестве в области охраны окружающей среды, живых водных ресурсов в пограничных водах, о режиме российско-китайской государственной границы.

Создание адекватной системы межгосударственного мониторинга качества вод р. Амур приобрело высокую актуальность в 1990-е годы, с появлением так называемого «фенольного» запаха воды и рыбы. 25 мая 2000 года в г. Харбине было подписано Соглашение между Администрацией Хабаровского края и Народным Правительством провинции Хэйлунцзян о совместных природоохранных мероприятиях на период с 2000 по 2005 годы. Соглашение предусматривало в числе других мероприятий организацию комплексного мониторинга окружающей среды, который проводился с 2002 г. по 2005 г. по 23 показателям. В феврале 2006 г. был подписан Меморандум о взаимопонимании между Минприроды России и Госадминистрацией по охране окружающей среды Китая по вопросам совместного мониторинга качества вод трансграничных водных объектов. Созданы совместные координационная комиссия и рабочая группа экспертов, которые ежегодно разрабатывают план совместного мониторинга на очередной год. Совместный мониторинг позволил добиться значительного улучшения качества воды, что зафиксировано специалистами обеих сторон [2]. Двусторонний мониторинг проводится по 40 показателям, также стороны имеют возможность анализировать совместно

отобранные пробы воды на другие показатели, на основании полученных данных вносить предложения по изменению перечня показателей. В Хабаровском крае анализируется около 100 показателей, включая, кроме химических, микробиологические и вирусологические показатели, биомониторинг, биотестирование, скрининговый анализ по полному ионному току. Можно констатировать, что созданная в 2002–2012 гг. система российско-китайского мониторинга качества поверхностных вод и донных отложений достаточно эффективна, имеет обратную связь и систему контроля качества и соответствует наилучшим существующим образцам.

Основным препятствием для адекватной оценки состояния водных объектов является различие ПДК загрязняющих веществ, по некоторым величинам (в сотни раз), как например по хлорфенолам.

В целях совершенствования системы российско-китайского мониторинга должен быть составлен единый перечень нормативов ПДК загрязняющих веществ для оценки результатов мониторинга, и соответственно, унифицированы методики пробоподготовки и количественного химического анализа.

В целях экосистемного подхода, перечень объектов совместного российско-китайского мониторинга также должны быть расширен и включать, помимо утвержденных в настоящее время химических и микробиологических показателей качества воды и донных отложений, также гидробионтов р. Амур, анализ состояния которых ведется в одностороннем порядке российской стороной [3].

Таким образом, развитие трансграничного мониторинга имеет чрезвычайно важное значение для сохранения и оздоровления экосистемы Приамурья и требует дальнейшего совершенствования механизмов российско-китайского сотрудничества в области охраны окружающей среды.

#### Литература

1. Atlas of International Freshwater Agreements. UNEP/DEWA/DPDL/RS.02-4. 2002. 184 pages.
2. Бардюк, В. В. Совместный российско-китайский мониторинг качества вод Амура как залог оздоровления реки // Использование и охрана природных ресурсов в России. – М: НИИ-Природа, Бюллетень, № 2 (116). 2011.
3. Кондратьева, Л. М. Биоиндикация трансграничного загрязнения реки Амур ароматическими углеводородами после техногенной аварии в Китае / Л. М. Кондратьева, Н. К. Фишер, В. В. Бардюк // Сибирский экологический журнал. – Новосибирск: изд. СО РАН, № 2. 2012. С. 245–252.



## **СЕКЦИЯ 3**

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**



## КРУГЛЫЙ СТОЛ

### «СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В БАСЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК»

**Г. М. Черногаева**

(ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН»,  
г. Москва, Россия)

### ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА В БАСЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК РОССИИ

К Великим рекам на Европейской территории России (ЕТР) относится р. Волга, в Сибири – реки Обь, Енисей, Лена (табл. 1).

Таблица 1

#### Характеристика рек

Бассейн реки	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Среднее значение стока, км <sup>3</sup> /год
Волга	1 360	250
Обь	2 990	405
Енисей	2 580	572
Лена	2 490	537

В работе рассматриваются данные мониторинга атмосферного воздуха, пресных поверхностных вод, а также загрязненность земельных угодий вокруг городов и транспортных артерий. Каждая из рек имеет социально-экономическое значение для огромных по площади регионов России.

В настоящее время в бассейне р. Волги сосредоточено около 45 % промышленного и примерно 50 % сельскохозяйственного производства Российской Федерации. На Волгу приходится более 20 % всей рыбы, добываемой в реках страны. На Волге построены 9 водохранилищ с гидроэлектростанциями.

Среднегодовая токсическая нагрузка на экосистемы в бассейне реки в 3–5 раз выше, чем в среднем по стране. Из 100 городов страны с наиболее загрязненной атмосферой 65 расположены в бассейне Волги. Объем загрязненных стоков, сбрасываемых в бассейны региона, составляет 38 % от общероссийского. Река Волга является сильно загрязненной из-за сбросов сточных промышленных вод и застройки водоохранных зон.

Река Обь имеет ключевое значение для экономического и промышленного развития Ямало-Ненецкого автономного округа. В настоящее время здесь активно ведутся работы по добыче нефти и газа. Прогнозируемые запасы этих полезных ископаемых делают Западно-Сибирскую низменность перспективным регионом страны. В том же регионе находится ½ часть запасов торфа стран СНГ.

Река Енисей по величине стока занимает первое место среди рек России. Средний расход воды в устье 19 800 м<sup>3</sup>/с, максимальный расход у Игарки 154 000 м<sup>3</sup>/с. Всего в Енисей впадает около 500 более или менее значительных рек, причем общая длина их более 300 тысяч километров.

Весной 2012 года началось заполнение водохранилища Богучанской ГЭС, что привело к падению уровня воды, оголению берегов реки на десятки метров и истреблению кормовой базы для рыб.

Бассейн р. Лены составляет 65 % территории Республики Саха (Якутия). Население в бассейне реки использует поверхностные воды преимущественно на питьевые нужды. В пределах Республики Саха (Якутия) р. Лена протекает по территории девяти административных районов, в которых проживает примерно 480 тысяч человек (57 % населения республики). Строительство очистных сооружений

ведется крайне неудовлетворительно. Из года в год переносятся сроки реконструкции и строительства очистных сооружений в городах Удачный, Ленск, поселке Айхал. На данный момент реконструкция БОС п. Айхал, ОС г. Удачный, строительство сооружений биологической очистки г. Ленск законсервированы.

По-прежнему не прекращается сброс сточных вод г. Якутска в р. Лену без очистки, так как продолжается вывоз сточных вод части города, не подключенной к централизованной канализационной сети, на сливную станцию.

Установлено негативное влияние сброса сточных вод на качество р. Лены, которое выразилось в увеличении содержания загрязняющих веществ (ионов аммония, фенолов, меди, цинка и марганца) в воде реки в створе ниже сброса по сравнению со створом выше сброса:

В бассейнах рассматриваемых рек наблюдаются города с наивысшим уровнем загрязнения атмосферы (ЗА). Веществами, определяющими очень высокий уровень ЗА являются: взвешенные вещества, двуокись азота, бенз(а)пирен, формальдегид и др. (табл. 2). Наибольшее количество населения, проживающего в этих городах, находится в бассейне Волги.

Таблица 2

**Города с наибольшими уровнями загрязнения атмосферы**

Бассейн реки	Город	Население тыс. чел.	Вещества, определяющие очень высокий уровень ЗА
Обь			ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф
	Ачинск	108	
	Белоярский	20,2	
	Заринск	48,0	
	Нижний Тагил	359	
	Новокузнецк	550	
	Радужный	47,8	
		Всего 1 133	
Енисей			ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф, CS <sub>2</sub>
	Братск	244	
	Зима	32,3	
	Иркутск	598	
	Красноярск	997	
	Лесосибирск	60,9	
	Минусинск	70,1	
	Селенгинск	16,2	
	Черногорск	72,3	
		Всего 2 090,8	
Волга			ВВ, NH <sub>3</sub> , БП, фенол, Ф
	Волжский	314	
	Дзержинск	239	
	Иваново	409	
	Москва	11 613	
	Новочебоксарск	124	
	Соликамск	96,8	
	Ясная Поляна	5,1	
		Всего 12 800,9	
Лена	Мирный	35,5	ВВ, БП, Ф

Качество воды в реках изменяется от загрязненной до экстремально грязной. Прежде всего, это относится к контрольным створам полного смещения, расположенным от 1 км и более ниже последнего сброса сточных вод.

Загрязненность территории городов в бассейнах указанных рек и ареалов, которые их окружают образовавшихся вследствие больших выбросов предприятий и автотранспорта представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Загрязненность территорий в бассейнах рек**

Бассейны рек	Загрязненность	
	тыс. км <sup>2</sup>	%
Волга	191,9	13,8
Обь	236,8	7,6
Енисей	81,4	3,1
Лена	8,7	0,4

В Московской области (бассейн р. Волги) доля загрязненной территории составляет 60 % (28,2 тыс. км<sup>2</sup>), в Тульской области (бассейн р. Волги) – 52,1 % (10,0 тыс. км<sup>2</sup>), в Челябинской области (бассейн р. Обь) – 43,7 % (40,3 тыс. км<sup>2</sup>).

Таким образом, наиболее чистой из рассматриваемых рек, не потерявшая питьевого значения, является река Лена.

***В. М. Шершаков, В. Г. Булгаков, С. А. Сарычев, В. С. Косых,  
М. А. Запезалов, Д. Р. Нечаев, И. В. Семенова***

*(ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун», г. Обнинск, Россия)*

**СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ  
В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОРТИВНЫХ И ИНЫХ ОБЪЕКТОВ  
ОЛИМПИЙСКИХ ИГР «СОЧИ-2014»**

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 29.12.2007 № 991 «О программе строительства олимпийских объектов и развития города Сочи как горноклиматического курорта» Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды поручено осуществление комплексного экологического мониторинга Сочинского национального парка и прилегающих территорий (в том числе объекта всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Западный Кавказ») в процессе строительства спортивных и иных объектов и после ввода их в действие, а также наземных и спутниковых наблюдений.

С этой целью в период 2009–2011 гг. под научно-методическим руководством ФГБУ «НПО «Тайфун» был разработан, а затем реализован на практике проект системы комплексного экологического мониторинга (СКЭМ) Сочинского национального парка и прилегающих территорий, предусматривающий модернизацию действующей наблюдательной сети Росгидромета в г. Сочи.

В основу разработки СКЭМ были положены требования Международного олимпийского комитета, рекомендации Всемирной организации здравоохранения, а также российские национальные стандарты и требования по организации мониторинга окружающей среды.

Система предназначена для получения информации о состоянии окружающей среды в период подготовки, проведения и после проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в городе Сочи.

Основными задачами системы являются:

- получение объективных данных о состоянии окружающей среды и прогнозирование возможного его изменения в районе г. Сочи в период подготовки и после проведения Олимпиады для принятия управленческих решений в области охраны окружающей среды, в том числе по снижению негативного воздействия на окружающую среду строящихся олимпийских объектов;

- контроль соблюдения государственных и международных стандартов качества воздуха, снежного покрова и поверхностных вод в период подготовки и проведения Олимпийских игр;

- информирование общественности о качестве окружающей среды как в период подготовки Олимпиады, так и во время ее проведения, предупреждение о резком повышении уровня загрязнения.

Для реализации поставленных задач система должна выполнять следующие основные функции:

- измерение в автоматическом режиме концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и показателей качества поверхностных вод;

- измерение в автоматическом режиме метеорологических величин;

- отбор проб и определение содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, поверхностных водах, атмосферных осадках, почвах, снежном покрове и растительности;

- наблюдения за редкими и исчезающими видами животных и растений в Сочинском национальном парке;

- оценка и прогноз загрязнения, в том числе и в случаях нештатных ситуаций техногенного и природного характера;

- сбор, хранение, обработка, передача и представление информации (в том числе для широкого круга пользователей в сети интернет).

Элементы системы комплексного экологического мониторинга схематично представлены на рис. 1, расположение пунктов наблюдений на рис. 2.

Основными инновационными элементами СКЭМ являются:

- автоматизация наблюдений за уровнями загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных вод основными группами загрязняющих веществ (установлены 6 новых автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха, на которых контролируются по 11 показателей, и 2 новые автоматические станции контроля воды на р. Мзымта, на которых контролируются по 9 показателей) (рис. 2);

- принципиально новая технология получения, сбора, обработки и представления информации о состоянии окружающей среды, позволяющая в оперативном режиме (фактически в режиме реального времени) фиксировать случаи высокого и экстремально высокого уровней загрязнения и принимать на основе полученной информации управляющие решения;

- расширенный перечень контролируемых показателей качества окружающей среды и включение в их состав ряда загрязняющих веществ, рекомендованных ВОЗ для контроля качества атмосферного воздуха: приземный озон, мелкодисперсная пыль (PM10 и PM2,5), ПАУ, летучие органические соединения.

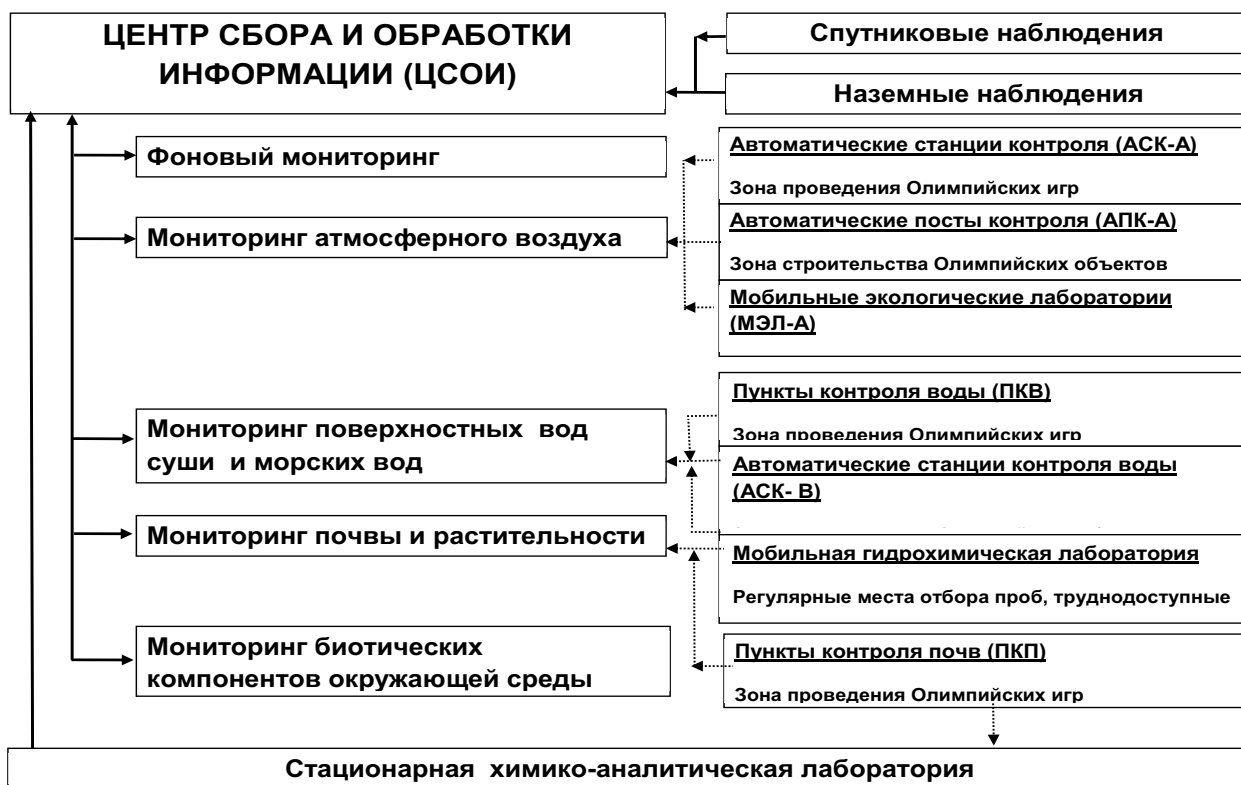


Рис. 1. Элементы СКЭМ Сочинского национального парка и прилегающих территорий

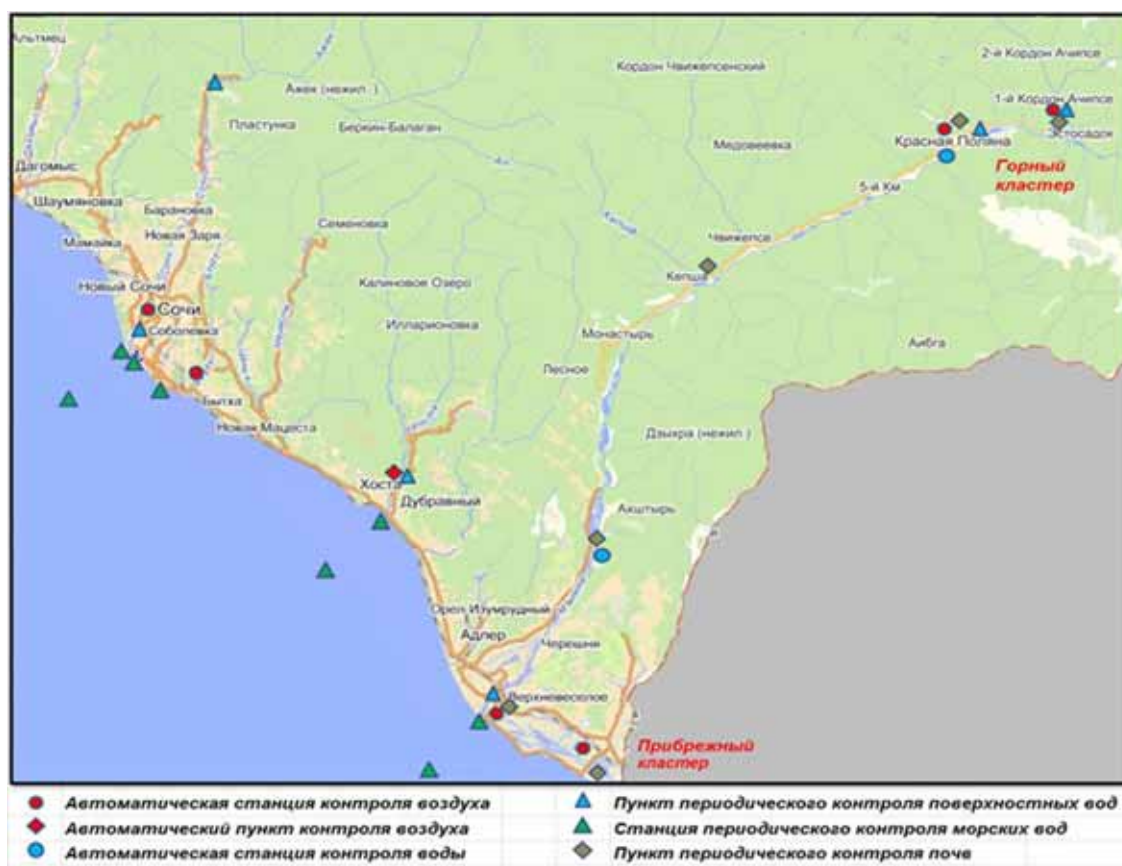


Рис. 2. Карта-схема расположения пунктов наблюдения СКЭМ Сочинского национального парка и прилегающих территорий

В состав СКЭМ включены три мобильные экологические лаборатории: две – для контроля загрязнения атмосферного воздуха, одна – для контроля загрязнения поверхностных вод и почв, которые позволяют проводить отбор и экспресс-анализ проб в заданных точках.

Важным элементом СКЭМ является химико-аналитическая лаборатория на базе СЦГМС ЧАМ, которая оснащена современным лабораторным оборудованием для анализа широкого спектра загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, поверхностной и морской воде, почвах.

Вместе с работами по технической модернизации также проводилось научно-методическое сопровождение работ. Разработан ряд нормативных документов, включающих рекомендации по мониторингу состояния и загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод суши, морской воды и почв в районе проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в городе Сочи; регламенты работы мобильных воздушной и водной лабораторий; регламенты проведения наблюдений за состоянием и загрязнением атмосферного воздуха и поверхностных вод непосредственно в период проведения Олимпийских игр «Сочи-2014».

В период опытной эксплуатации системы (ноябрь 2011 г. – апрель 2013 г.) были проверены работоспособность системы, качество функционирования СКЭМ и готовность персонала к обслуживанию и эксплуатации СКЭМ, проведено испытание надежности работы различных элементов системы. Для целого ряда показателей проведены сравнительные измерения с использованием ручного дискретного и автоматического непрерывного отборов проб, которые показали удовлетворительную сходимость данных.

Опытная эксплуатация СКЭМ в целом завершена с положительными результатами и приказом Росгидромета с апреля 2013 г. система введена в постоянную эксплуатацию.

За период с начала реализации проекта получен громадный практический опыт по созданию автоматизированных региональных систем мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды, который, несомненно, будет востребован в рамках модернизации государственной системы мониторинга окружающей среды в различных регионах России.

**Л. Ю. Васильев**

*(ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», г. Архангельск, Россия)*

**КАЧЕСТВО ВОД РЕК ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА  
(СЕВЕРНАЯ ДВИНА, МЕЗЕНЬ, ОНЕГА, ПЕЧОРА)  
В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНОГО И АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.  
ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ФГБУ «СЕВЕРНОЕ УГМС»  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МАРАФОНОВ**

В Северном крае насчитывается 138,6 тыс. рек и ручьев, общая протяженность которых составляет 521,2 тыс. км. Государственный мониторинг загрязнения поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям на территории деятельности ФГБУ «Северное УГМС» ведется на 64 реках, 3 рукавах, 3 протоках, 3 озерах и 2 водохранилищах. В 2012 году отбор проб по физическим и химическим показателям с одновременным определением гидрологических показателей проводился на 120 пунктах (145 створах). Наряду с гидрохимическими показателями наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши, на 9 реках проводится определение гидробиологических показателей.

2012 год стал переломным для развития наблюдений за качеством поверхностных вод. В рамках Федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах» были приобретены современные приборы и оборудование для лаборатории Центра по мониторингу загрязнения природной среды ФГБУ «Северное УГМС», такие как система очистки воды Milli-Q Advantage, атомно-абсорбционный спектрометр AA 7000 F для определения тяжелых металлов, автотитратор АТП-02, анализатор ртути MarkurAAPlus и другие. Благодаря данной программе полностью будет модернизирована комплексная лаборатория по мониторингу загрязнения окружающей среды филиала ФГБУ Северное УГМС «Вологодский ЦГМС», заново оборудована химическая лаборатория на НИС «Иван Петров».

Реки – самая подвижная часть неживой природы, чутко реагирующая на любые изменения окружающей среды.

Северная Двина – одна из наиболее крупных рек европейского Севера России. Река Северная Двина, а особенно её устьевая часть, испытывает колоссальную антропогенную нагрузку от многочисленных источников загрязнения, расположенных вдоль её притоков, а также непосредственно в устьевой части. Основные факторы – 6 крупных целлюлозно-бумажных комбинатов (ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК», ОАО «Сокольский ЦБК», ООО «Сухонский ЦБК», филиал ОАО «Группа Илим» в г. Коржма, ОАО «Архангельский ЦБК», ОАО «Соломбальский ЦБК»).

Государственный мониторинг качества поверхностных вод в бассейне реки Северная Двина осуществляется в 59 пунктах контроля, 14 из которых расположены непосредственно на Северной Двине, а остальные на её притоках.

Основными загрязняющими веществами, оказывающими влияние на уровень загрязнения водных объектов, являются соединения железа, меди, цинка и органические вещества, нарушения установленных нормативов для которых регистрируются во всех отобранных пробах. При этом присутствие данных веществ обусловлено также природным фоном территории.

С 2012 года в ФГБУ «Северное УГМС» ведется научно-исследовательская работа по теме: «Разработка региональных критериев оценки современного состояния водных объектов Архангельской области с учетом антропогенного воздействия».

Длина самой большой реки Северного края, Печоры, 1809 км, а средний годовой сток ее 126 км<sup>3</sup>.

Одна из основных проблем современности, определяющая техногенную нагрузку на природные системы в бассейне реки Печора, это добыча и транспортировка нефти, такая нагрузка ежегодно возрастает.

В Северном УГМС для возможности прогнозирования зон распространения аварийных разливов нефти установлен и используется в работе программный комплекс SPILLMOD. Данный комплекс разработан для реализации на персональном компьютере математической модели распространения и трансформации разлива нефти на поверхности моря и других водных объектов. Программа позволяет рассчитывать конфигурацию, распределение толщин и последовательные положения нефтяного пятна после аварийного разлива.

Государственный мониторинг качества поверхностных вод в бассейне р. Печора осуществляется в 29 пунктах контроля, 8 из которых расположены непосредственно на Печоре, а остальные на её притоках.

Река Онега берет начало из озера Лача. Государственный мониторинг качества поверхностных вод в бассейне реки Онега осуществляется в 10 пунктах контроля, 4 из которых расположены непосредственно на Онеге, а остальные на её притоках. Как показывают результаты наблюдений, для вод Онеги характерными загрязняющими веществами повсеместно являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди и цинка, в отдельных створах к ним добавлялись соединения алюминия и марганца, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), нефтепродукты. Присутствие таких компонентов, как органические вещества, соединения железа, меди и цинка также обусловлено природным фоном территории.

Мезень – самая длинная из впадающих в Белое море рек, протяженность её от истока до устья равна 966 км. Государственный мониторинг качества поверхностных вод в бассейне реки Мезень осуществляется в 7 пунктах контроля, 3 из которых расположены непосредственно на реке, а остальные на её притоках.

Как показывают результаты наблюдений для вод Мезени характерными загрязняющими веществами повсеместно являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди и цинка, в отдельных створах к ним добавлялись соединения алюминия и марганца, а также легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>).

В связи со значительной площадью территории деятельности ФГБУ «Северное УГМС» и большим количеством крупных промышленных предприятий, качество поверхностных вод рек Северного Края требует постоянного оперативного контроля. В случаях аварийного загрязнения поверхностных вод и при обнаружении экстремально высокого загрязнения сотрудники ФГБУ «Северное УГМС» принимают активное участие в расследовании.

### **Опыт проведения экологических марафонов**

Первым экологическим марафоном на нашей территории можно считать экспедицию «Северная Двина-98», организованный Архангельским Зеленым Крестом при участии нашего управления.

В 1998 году стояла задача оценить экологическую обстановку в бассейне реки Северная Двина и привлечь к ней внимание общественности.

Данная экспедиция была комплексной по составу. Удалось привлечь к участию в ней 38 представителей 17 организаций Архангельска, в той или иной степени заинтересованных в получении объективной информации. В ходе экспедиции было сделано 17 остановок: в Великом Устюге, Сольвычегодске, Котласе, Корьяжме, Красноборске, Верхней и Нижней Тойме, Двинском Березнике и др.

Был охвачен весь комплекс проблем. Работа членов экспедиции строилась таким образом, чтобы каждый смог максимально реализовать свой личный план в рамках общей цели. В ходе работ получен богатейший фото- и видеоматериал.

Были созданы предпосылки для формирования единого банка информации и принципов обмена ею. Также во время плавания участники экспедиции пришли к единому мнению подготовить к изданию сборник статей и материалов под названием «Экология Северной Двины», что и было реализовано в ближайшее время.

Первым опытом такого рода мероприятий, организованных ФГБУ «Северное УГМС», стал экологический марафон 2 июня 2009 года «Архангельск – родина Ломоносова», посвященный Всемирному дню охраны окружающей среды и 175-летию Гидрометеорологической службы России. *Привлечь внимание населения, руководителей государственных и общественных организаций к острым проблемам сохранения чистоты воздуха, озер, рек, лесов – таков девиз экологического марафона.*

По программе марафона обследование проводилось в трех точках: с. Холмогоры, с. Ломоносово и озеро Заднее. Специалистами Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды проводились измерения уровня гамма-излучения, отбирались пробы воздуха и воды. В лаборатории ЦМС выполнен анализ отобранных проб.

Подчеркивая тесную связь экологической ситуации с нравственным состоянием общества, Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды Северного УГМС 3 июня 2010 года провел Экологический марафон-2 под названием «Путешествие в храм природы».

Такое название определило конечную точку марафона – Свято-Троицкий Антониево-Сийский монастырь.

Экологический марафон был посвящен тридцатилетию Центра и проводился в преддверии Всемирного дня охраны окружающей среды.



Специалистами Центра по мониторингу загрязнения природной среды проводились измерения уровня гамма-излучения, отбирались пробы воды, атмосферного воздуха и почвы.

Анализ отобранных проб воздуха и поверхностных вод был выполнен в лабораториях ЦМС.

В ходе экологического марафона была проведена радиационная разведка местности на территории Антониево-Сийского монастыря, в пос. Брин-Наволоч, а также на берегу р. Обокша. В рамках исследования определялся уровень гамма-фона, были отобраны пробы почвы на радионуклидный состав.

Жизнь не стоит на месте, и в этом году у нас уже есть планы участвовать в экологическом марафоне «15 лет спустя – Здоровье реки Северной Двины» при поддержке Архангельского центра Русского Географического общества.

***Н. В. Андриянова***

*(ФГБУ «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», г. Н. Новгород, Россия)*

### **РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МАРАФОНОВ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕГИОНА**

Вмешательство человека в естественные процессы в биосфере часто приводит к загрязнению окружающей среды. Продолжающееся увеличение количества и разнообразия новых промышленных предприятий, химических производств, различных транспортных средств, химизация сельского хозяйства приводят к нарастающему загрязнению окружающей среды всевозможными вредными веществами, попадающими в нее с выбросами, сбросами и отходами. Территориальные органы Росгидромета осуществляют государственный мониторинг окружающей среды на территории регионов. В Нижегородской области таким подразделением Росгидромета является Территориальный центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС». Расширить географию наблюдений за загрязнением компонентов окружающей среды позволяет проведение экспедиционных отборов проб атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв и замер МЭД. С 2006 года подобные экспедиционные обследования на территории Нижегородской области проводятся в рамках эколого-просветительской акции «Экологический марафон».

Маршрут «Экологического марафона-1» проходил через города Арзамас, Шатки, Лукоянов и село Большое Болдино и был ориентирован на обозначение проблем экологии и радиационной безопасности в южных районах Нижегородской области (Арзамасский, Лукояновский и Б.-Болдинский районы), которые попали под влияние последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Также вопросы радиационной безопасности юга Нижегородской области связаны с расположением на её территории самого значительного радиационно-опасного объекта (РОО) Нижегородской области – г. Саров (РФЯЦ). Обозначенные проблемы стали предпосылкой для выбора г. Арзамас в качестве города для организации кустового Центра мониторинга окружающей среды (метеорологического комплекса). Маршрут «Экологического марафона-2» стартовал с площадки Волжской гидрометеорологической обсерватории (ВГМО г. Городец) в период проведения Всероссийского совещания по совершенствованию деятельности гидрометеорологических обсерваторий и охватил расположенные на берегу р. Волги города Балахну, Заволжье, Городец и Чкаловск центральной индустриальной зоны Нижегородской области. Марафон дал новый импульс в развитии Волжской ГМО: были внедрены новые технические средства, на базе ВГМО г. Городец проводятся совместные программы исследований Росгидромета и РАН, выполняются региональные НИР и ОКР Росгидромета. Акция «Экологический марафон-3» прошла

по маршруту г. Н. Новгород – г. Семёнов – с. Владимирское – оз. Светлояр. Впервые марафон прошел совместно с Комитетом по экологии и природопользованию Законодательного собрания Нижегородской области. Новизна заявленной тематики – экологическое образование детей школьного и дошкольного возраста. 5 июня 2009 г. сотрудники ЦМС провели 4-й этап акции «Экологический марафон» с целью привлечения внимания к проблемам загрязненности атмосферы центра Приволжского федерального округа – г. Н. Новгорода – города с крупными магистралями и ростом объемов выбросов автотранспорта. «Экологический марафон-4» подтвердил необходимость технической модернизации и переоснащения государственной наблюдательной сети с приоритетным введением автоматизированных станций наблюдения. По итогам марафона разработаны мероприятия подпрограммы 1. Развитие интегрированной системы регионального экологического мониторинга ОЦП «Экологическая безопасность Нижегородской области». Маршрут «Экологического марафона-5» проходил через города Кстово и Лысково Нижегородской области. Особенность данной акции – совместное проведение мероприятия с территориальным подразделением Росприроднадзора и крупным нефтехимическим холдингом – ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез». Экологический марафон 2010 года направлен на повышение роли взаимодействия природоохранных организаций и промышленных предприятий, в том числе по вопросам обслуживания информацией о загрязнении атмосферного воздуха для планирования природоохранных мероприятий и регулировании выбросов в атмосферу в период наступления неблагоприятных для рассеивания вредных примесей метеорологических условий (НМУ). В продолжение сотрудничества ЦМС, МС Лысково и Администрация Лысковского района в 2012 г. провели конкурс детского рисунка для школьников Лысковского района. Темой «Экологического марафона-6» стало исследование качества воды родников Богородского района Нижегородской области. Акция прошла с участием Нижегородского отделения Всероссийского общества охраны природы, Администрации Богородского района. Первыми объектами исследования в ходе проведения стали родники в Сартаково, Доскино, Тетерюгино и Оранках Богородского района. В 2012 г. в рамках седьмого этапа «Экологического марафона» было проведено исследование качества воды родников Вадского района Нижегородской области, известных в народе как Святые ключи в честь двенадцати апостолов и святого Павла. Кроме того, специалистами ЦМС для анализа на гидрохимические и гидробиологические показатели были отобраны пробы воды Вадского озера и реки Вадок после ее выхода из озера. В центре с. Вад и в п. Пешелань Арзамасского района был произведен отбор проб атмосферного воздуха. На пути следования марафона также были отобраны пробы почвы и проведен замер МЭД. «Экологический марафон» 2012 г. прошел с участием Комитета по экологии и природопользованию Законодательного Собрания Нижегородской области, Нижегородского отделения Всероссийского общества охраны природы, молодежного клуба «Зеленый парус» и Администрации Вадского района. По итогам марафонов готовятся специальные информационные материалы, отражающие особенности конкретной акции. Проект «Экологический марафон» ежегодно становится дипломантом конкурса журналистских работ Законодательного Собрания Нижегородской области «Экотур».

С целью получения дополнительной информации, расширения географии наблюдений, популяризации деятельности Гидрометслужбы, продолжения традиции ежегодной эколого-просветительской акции «Экологический марафон», в Год охраны окружающей среды в рамках 15-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки-2013» состоялся новый этап Экологического марафона с организацией совместных экспедиций с НПО «Тайфун», ГОИН, ГХИ, аппаратом Росгидромета, ИФЗ РАН, ИПФ РАН. Маршрут первой экспедиции «Запад» был ориентирован на проведение мониторинга воды реки Оки на участке от Нижегородской Ярмарки до Мызинского моста в г. Н. Новгороде. На пути следования сотрудниками ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС» были отобраны пробы воды реки Оки, выполнен анализ «первого дня», определены гидрологические характеристики водотока, сотрудники ГОИН

провели исследование дна реки Оки с использованием современных методов дистанционного зондирования. Результаты анализов «первого дня» соответствовали данным многолетних наблюдений. На момент проведения съемки глубина реки составила 8,7 м, скорость течения – 0,81–0,87 м/с. Далее делегация направилась в г. Саров Нижегородской области, где было подписано Соглашение о взаимодействии с Администрацией г. Саров.

Завершилась экспедиция в г. Арзамасе Нижегородской области, где члены делегации осмотрели метеоплощадку и стационарный пост наблюдения за загрязнением атмосферы (ПНЗ) и лабораторию ЦМС Арзамас, прошло торжественное мероприятие в связи со 130-летием начала метеонаблюдений в г. Арзамасе с участием Администрации г. Арзамаса, представителей промышленных предприятий, природоохранных организаций, общественности.

В г. Арзамасе к экспедиции № 1 также присоединились участники второй экспедиции «Юг. Радиационный мониторинг». Сотрудники радиометрической передвижной лаборатории НПО «Тайфун» (г. Обнинск) по маршруту г. Н. Новгород – г. Арзамас – г. Н. Новгород выполнили: измерения мощности амбиентной дозы (МАД); обнаружение техногенных гамма-излучающих радионуклидов по маршруту следования; измерение поверхностной активности естественных и техногенных гамма-излучающих радионуклидов; определение местоположения АЛРР с геодезической привязкой результатов измерений. Во время остановок на запланированных площадках также были проведены точечные измерения поверхностной активности территории; измерения мощности амбиентной дозы; отбор проб аэрозолей воздуха с последующим спектрометрическим экспресс-анализом; отбор проб почвы с измерением в точке отбора МАД и определением координат с помощью малогабаритного приемника спутниковой навигации. В населенных пунктах Кстовского и Арзамасского районов содержание естественных радионуклидов Th-232, Pb-214, Bi-214, Cs-134, K-40 в почве находилось в пределах региональных значений. В районе ЦМС Арзамас состоялась демонстрация радио-трассерного комплекса.

Третья экспедиция Экологического марафона «Север. Нижегородское Поветлужье» состоялась по маршруту г. Н. Новгород – г. Бор – н. п. Каликино – г. Семенов и прошла в сопровождении мобильной Экологической лаборатории НПО «Тайфун». В г. Бор марафонцев встречали юные журналисты газеты «Лицеист», обеспокоенные вопросами мониторинга окружающей среды, в д. Каликино – юные экологи, активисты местной школы. Школьники с удовольствием поучаствовали в замере мощности экспозиционной дозы гамма-излучения (МЭД), провели пробный замер электропроводности воды, pH и растворенного кислорода, в полевых условиях ознакомились с работой мобильной лаборатории, ее пробоотборного и аналитического оборудования для определения газов и ртути в режиме on-line; увидели отбор аэрозолей аспиратором для определения в стационарной лаборатории тяжёлых металлов и бенз(а)пирена и отбор проб на содержание летучей органики для определения в стационарной лаборатории. В г. Семенов прошла встреча с Администрацией городского округа, представителями общественности и СМИ. Экологи Верхне-Волжского УГМС с участием представителей администрации провели ряд анализов, сотрудники НПО «Тайфун» рассказали о работе экологической лаборатории.

Результаты анализа проб атмосферного воздуха, отобранного в городах на пути следования марафона, превышений допустимых норм содержания оксида углерода, оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, аммиака и озона не выявили, лишь в г. Семенов концентрация сероводорода достигла ПДК. Анализы «первого дня» проб воды р. Ветлуги и колодца Осинковский превышений санитарных норм также не выявили. Значения МЭД на всем пути следования соответствовали естественным значениям.



Экологический марафон

*И. В. Землянов, О. В. Горелиц, П. Н. Терский, Е. В. Борщенко  
(ФГБУ «Государственный океанографический институт  
им. Н. Н. Зубова», г. Москва, Россия)*

## **ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДНА И БЕРЕГОВ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Государственный мониторинг водных объектов (ГМВО) – это система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, муниципальных образований и юридических лиц [1].

В соответствии с Водным кодексом РФ [2] в состав ГМВО входят:

- мониторинг поверхностных водных объектов с учетом данных мониторинга, осуществляемого при проведении работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;
- мониторинг состояния дна и берегов водных объектов, а также состояния водоохранных зон;
- мониторинг подземных вод с учетом данных государственного мониторинга состояния недр;
- наблюдения за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, а также за объемом вод при водопотреблении и водоотведении.

Мониторинг дна и берегов водных объектов проводится в целях:

- идентификации типа руслового процесса;
- оценки динамики русловых процессов;
- оценки и прогноза негативного воздействия вод и антропогенной деятельности на процессы формирования русла;
- планирования природоохранных мероприятий (дноуглубление, берегоукрепление и др.).

В результате осуществления мониторинга дна и берегов водных объектов решаются следующие задачи:

- получение данных о размере плановых и высотных деформаций речного русла и выяснение их зависимости от типа русловых процессов, строения берегов, наличия различных типов ГТС, водности года и характера взаимодействия смежных форм русла;
- оценка и прогноз динамики изменения конфигурации и положения речного русла;
- идентификация, оценка интенсивности и опасности процессов подтопления и затопления прибрежных территорий.

В Государственном океанографическом институте им. Н. Н. Зубова (ГОИН) в 2005–2013 гг. по заказам Министерства природных ресурсов РФ, Федерального агентства водных ресурсов, Департамента природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы и международных экологических организаций выполняются работы по мониторингу дна и берегов водных объектов различных типов [3, 4, 5].

В рамках этих работ специалисты ГОИН выполнили большие объемы экспедиционных обследований водных объектов, включая проведение промерных работ и батиметрических съемок, гидролокационных обследований состояния русла для обнаружения посторонних предметов на дне, построение планов русел в изобатах и батиметрических карт водоемов. На основе результатов экспедиционных работ создаются цифровые модели рельефа (ЦМР) дна водных объектов и прилегающих территорий, включая водоохранные зоны, а также специализированные геоинформационные системы (ГИС).

В ГОИН сформирован современный мобильный приборный комплекс для проведения промерных и гидролокационных работ, задействован комплект лицензионного программного обеспечения для обработки данных мониторинга, создания ЦМР рассматриваемых водных объектов и специализированных ГИС.

В рамках 10-го Экологического марафона, организованного Департаментом Росгидромета по Приволжскому федеральному округу 15–16 мая 2013 г., специалисты ГОИН провели экспресс-оценку состояния дна и берегов рек Оки и Волги с использованием прототипа современного мобильного приборного комплекса (рисунок).



Схема прототипа мобильного приборного комплекса (ФГБУ «ГОИН»)

Мобильный приборный комплекс включает гидролокатор бокового обзора, предоставленный разработчиком – научно-производственной фирмой «Экран» (г. Жуковский, Московская обл.), фото- и видеокамеры, приборы спутниковой навигации. Все приборы работают в синхронизированном режиме, результирующая информация поступает на экспедиционный компьютер с пространственной и временной привязкой, что дает возможность фиксировать на экране в режиме on-line все характерные особенности дна и берегов водного объекта, включая инородные предметы на дне и проявления опасных природных процессов и антропогенных воздействий на берегах.

Цель работы в рамках 10-го Экологического марафона – выявление особенностей строения русла рек Оки и Волги по маршруту следования и обнаружение посторонних предметов антропогенного и природного происхождения на дне. Мобильный комплекс был размещен на борту т/х «Сура».

В результате выполненной работы получены эхограммы дна рек Оки и Волги по маршруту Экологического марафона в черте города Нижнего Новгорода и материалы фото- и видеосъемок берегов с пространственной привязкой.

Анализ эхограмм показывает, что в целом рельеф дна под корпусом судна относительно сглажен, не зафиксировано значительных изменений отметок поверхности дна. Донные отложения представлены в большей степени смесью ила с песком, однако встречаются и более крупные отложения, в том числе одиночные валуны.

Донный рельеф в значительной мере представлен песчаными грядами различных размеров, в черте города гряды частично разрушены из-за скопления мусора как техногенного, так и естественного происхождения. На эхограмме отмечается большое количество затонувших деревьев и различного бытового мусора, зафиксированы затонувшие лодки. Также на эхограмме на отдельных участках зафиксированы небольшие эрозионные ложбины.

Результаты использования прототипа мобильного приборного комплекса показали его эффективность для экспресс-оценки состояния дна и берегов. Использование фондовых материалов (включая Атласы Единой глубоководной системы РФ) и данных обследований участков водных объектов позволяет фиксировать фактическое состояние дна и берегов и давать оценку его динамики в рамках решения основных задач мониторинга дна и берегов водных объектов.

Полученные данные и опыт применения созданного в ГОИН прототипа мобильного приборного комплекса показали возможности использования комплексной системы мониторинга состояния дна и берегов на основе современных технических средств и методических разработок Росгидромета.

#### Литература

1. Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов. Постановление Правительства РФ от 10.04.2007 № 219.
2. Водный Кодекс РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ (СЗ РФ, 2006, № 23, ст. 2380).
3. Дистанционные методы исследований в задачах мониторинга водных объектов / О. В. Горелиц, И. В. Землянов, А. Е. Павловский, П. В. Поставик, Л. Г. Синенко, Ю. Ю. Ткаченко // в сб. Исследования океанов и морей. Тр. ГОИН. Вып. 211. – М., 2008. С. 425–444.
4. Использование геоинформационных технологий для оценки современных морфометрических характеристик водных объектов / И. В. Землянов, О. В. Горелиц, А. Е. Павловский, Е. Ю. Шикунова // в сб. Исследования океанов и морей. Тр. ГОИН. Вып. 212, под ред. В. Ф. Комчатова. – М., 2009. С. 258–269.
5. Шикунова, Е. Ю. Современные геоинформационные технологии в задачах мониторинга водных объектов // в сб. Исследования океанов и морей. Тр. ГОИН. Вып. 213, под ред. В. Ф. Комчатова. – М., 2011. С. 327–332.

**Ю. П. Переведенцев<sup>1</sup>, В. В. Соколов<sup>2</sup>, М. О. Френкель<sup>3</sup>,  
М. А. Верещагин<sup>1</sup>, Э. П. Наумов<sup>1</sup>, К. М. Шанталинский<sup>1</sup>, Н. А. Важнова<sup>1</sup>**  
(<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань; <sup>2</sup> Департамент Росгидромета по ПФО, г. Н. Новгород; <sup>3</sup> Кировский ЦГМС-филиал ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС», г. Киров, Россия)

#### **ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ**

На кафедре метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского университета на протяжении многих десятилетий ведется системная работа по изучению изменений регионального и локального климата. С 1990-х годов в связи с развитием вычислительных и информационных технологий круг задач коллектива значительно расширился за счет усиления интереса к изменению глобального климата. В результате были выявлены тенденции изменения приземной температуры воздуха и общей облачности по земному шару в целом и отдельным широтным зонам. С использованием принципа аналогичности произведено районирование температуры на уровне 1,5 км по всей территории Северного полушария [1]. Представлено детальное описание изменения климатических показателей по территории

Приволжского федерального округа (ПФО), в частности, выявлено интегральное понижение температуры зимой и ее повышение летом, уменьшение облачности и осадков, что свидетельствует об усилении континентальности климата в Поволжье [2].

Особое внимание уделено оценке влияния геофизических факторов на режим температуры и осадков. К числу учитываемых естественных факторов относятся: североатлантическое колебание, количественно характеризуемое индексом NAO, явление Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК), количественно оцениваемое индексом Южное колебание (ЮК), длительность суток (угловая скорость вращения Земли), относительные числа пятен на Солнце, характеризующие солнечную активность (числа Вольфа). Исследованы межгодовые изменения указанных показателей за период 1955–2010 гг. С помощью фильтра Поттера проведена сглаживающая кривая (оставлены колебания с периодом  $T \geq 10$  лет), которая позволяет судить о тенденции изменения каждого фактора.

Индекс NAO достиг своего максимума в начале 1990-х гг., после этого он неуклонно понижается и в настоящее время находится на самом низком за последние 40 лет уровне. Произошел переход значения NAO в отрицательную фазу, для которой характерно ослабление интенсивности западного переноса воздушных масс.

Установлено, что ряды индекса NAO содержат примерно 60–70-летнюю составляющую и обнаруживают сильную положительную корреляцию с рядами температуры воздуха Северного полушария (СП). Эпохи с положительными индексами NAO характеризуются более интенсивным западным переносом воздушных масс и заметным потеплением большей части внетропической зоны СП, особенно выраженным в зимне-весенний период.

Согласно В. В. Клименко [3] в ближайшие десятилетия естественные факторы будут оказывать сдерживающее воздействие на процесс глобального потепления, что будет связано в первую очередь со снижением солнечной активности и переходом NAO в отрицательную фазу, для которой характерно ослабление интенсивности западного переноса воздушных масс.

Индекс Южного колебания в период 1950–2010 гг. имеет значительную межгодовую изменчивость и в последние десятилетия, судя по кривой НЧК, находится в отрицательной зоне, что свидетельствует о преобладании процессов Эль-Ниньо (теплая фаза) над Ла-Нинья (холодная фаза). В 1983 г. отмечался абсолютный минимум индекса, за ним следовал минимум 1998 г. Действительно, в указанные годы происходили сильные Эль-Ниньо и колебания приземной глобальной температуры. Этому индексу свойственны 22-летние колебания. Известно, что процессы ЭНЮК ответственны за дальние связи в климатической системе, влияющие на погоду и климат территорий, удаленных от места их экстремального проявления на многие тысячи километров.

Солнечная активность (СА), характеризуемая числами Вольфа, слабеет. Так, в 19-м цикле солнечной активности (слева) отмечаются наибольшие значения чисел Вольфа (~190), затем наблюдается их понижение, и старт последнего 24-го цикла начинается с самой низкой отметки, судя по кривой НЧК. В работе [3] отмечено, что в текущем 24-м цикле, начавшегося осенью 2008 г., зафиксированы минимальные за всю 33-летнюю историю спутниковых наблюдений значения солнечной постоянной.

Рассмотрим данные о продолжительности суток за последние десятилетия. Судя по кривой НЧК, величина продолжительности суток (зависящие от скорости вращения Земли) испытывает ~20-летние осцилляции. На факт существования квазидвадцатидвухлетних осцилляций (22 года) скорости вращения Земли указано в [4]. Согласно данным в 1970-х гг. продолжительность суток была наибольшей, затем она стала уменьшаться, то есть происходило ускорение вращения Земли.

В работах [4, 5] показано, что колебания планетарной циркуляции атмосферы в силу закона сохранения импульса всегда сопровождаются изменениями угловой скорости вращения Земли. При этом глобальный междуполушарный энергомассоперенос воздуха, возникающий между холодным зимним и теплым летним полушариями, а также между холодными полярными «шапками» и теплыми



экваториальными и тропическими широтами, приводит к формированию четко выраженной полугодовой, годовой, квазидвухлетней и 5–6-летней цикличности в вариациях угловой скорости вращения Земли.

В таблице представлены значения коэффициентов корреляции между аномалиями температуры воздуха и сумм осадков ПФО с аномалиями температуры СП в целом, аномалиями NAO, ЮК, чисел Вольфа, продолжительности суток. Коэффициент корреляции, начиная с величины  $r = 0,28$ , при данной выборке значим на уровне 95 % ( $n=56$ ).

**Значения коэффициентов корреляции аномалий температуры ( $\Delta T$ ) и сумм осадков ( $\Delta Pr$ ) ПФО и аномалий температуры СП ( $\Delta T_{СП}$ ), Североатлантического колебания (NAO), чисел Вольфа ( $W$ ), аномалий продолжительности суток ( $D$ ) и индекса ЮК**

Период	Параметр	$\Delta T_{СП}$	NAO	$W$	$D$	ЮК	$\Delta T_{СП}$	NAO	$W$	$D$	ЮК
		Исходные ряды						Сглаженные ряды			
Год	$\Delta T$	0,59	0,05	-0,06	-0,31	-0,04	0,97	-0,57	-0,69	-0,70	-0,37
	$\Delta Pr$	0,25	0,21	0,12	-0,21	-0,15	0,78	0,06	-0,11	-0,73	-0,77
	$\Delta T_{СП}$	1	-0,17	-0,11	-0,66	-0,27	1	-0,56	-0,58	-0,83	-0,35
Зима	$\Delta T$	0,62	0,64	0,05	-0,28	-0,15	0,96	0,78	-0,34	-0,81	-0,57
	$\Delta Pr$	0,30	0,11	0,24	-0,25	-0,05	0,67	0,37	0,24	-0,86	-0,18
	$\Delta T_{СП}$	1	0,31	-0,05	-0,61	-0,37	1	0,70	-0,46	-0,86	-0,44
Лето	$\Delta T$	0,41	-0,15	0,05	-0,25	0,24	0,98	-0,69	-0,54	-0,84	-0,40
	$\Delta Pr$	0,02	0,05	-0,11	-0,11	-0,06	0,46	-0,05	-0,09	-0,45	-0,85
	$\Delta T_{СП}$	1	-0,29	-0,15	-0,69	-0,03	1	-0,77	-0,61	-0,84	-0,29

Как видно из этой таблицы, статистически значимая положительная корреляция отмечается между аномалиями температуры ПФО и СП для зимы, лета и года в целом. Связи более тесные зимой ( $r = 0,62$ ), чем летом ( $r = 0,41$ ). Действительно, в последние десятилетия (с 1976 г.) наблюдается глобальное потепление климата, что находит свой отклик и на территории Поволжья, особенно в зимний период. Естественно, что связь осадков на территории ПФО с температурными аномалиями всего СП оказалась несравненно слабее: для зимы  $r = 0,30$ , а для лета 0,02 (практически связь отсутствует). Следует отметить, что потепление привело к росту осадков зимой, что физически понятно (увеличение влажности воздуха и циклонической активности).

Достаточно высокая тепловая зависимость формируется на территории ПФО зимой от состояния Северной Атлантики. Свидетельством этому является тесная корреляция зимних аномалий температуры с аномалиями индекса NAO ( $r = 0,64$ ). Летом величина  $r = -0,15$ , статистически незначима. NAO оказывает определенное воздействие и на формирование аномалий температуры всего СП (зимой  $r = 0,31$ , летом  $r = -0,29$ ).

Как и следовало ожидать, связь с индексом ЮК оказалась значимой лишь в масштабах температурного поля СП (зимой  $r = -0,37$ ). Связь отрицательная, так как отрицательные аномалии ЮК вызывают рост температуры. Однако это явление больше себя проявляет в Южном полушарии, где на океанических просторах Тихого и Индийского океанов разворачиваются основные события, связанные с ЮК.

Связи температуры, осадков с солнечной активностью оказались незначимыми. Лишь для зимы коэффициент корреляции  $r$  между аномалиями осадков и чисел Вольфа составил 0,24. В то же время неравномерность вращения Земли находит свой отклик в температурном поле как ПФО, так и в особенности СП. Так, для годовых значений аномалий температуры СП  $r = -0,66$  (для зимы  $r = -0,61$ , для лета  $r = -0,69$ ). Изменения температуры воздуха, как и скорости вращения Земли, происходят с периодичностью в 60–70 лет. Кроме того, изменения скорости вращения Земли оказывают влияние на зональную циркуляцию атмосферы (а, следовательно, и на температуру воздуха).

Возможно, это и явилось причиной столь высокой статистической связи. Так как знак  $r$  отрицательный, то это означает, что с уменьшением продолжительности суток (ускоряется вращение Земли) температура растет. Для ПФО, естественно, рассматриваемая связь более слабая (для года  $r = -0,31$ , для зимы  $r = -0,28$ ).

Коэффициенты взаимной корреляции между рядами резко возросли, когда вместо исходных рядов стали использоваться сглаженные. Отфильтровав шум и оставив главные циклы, мы пришли к более высокой корреляционной зависимости между рядами. Так, коэффициент взаимной корреляции между аномалиями, характеризующими случайную межгодовую изменчивость температуры округа и СП, достиг значения 0,98 в летний период и т. д. (таблица).

#### Выводы

Таким образом, результаты анализа метеорологических данных по территории Приволжского федерального округа за последние 56 лет (1955–2010 гг.) позволили выявить следующие основные закономерности региональных изменений климата:

- объективная классификация многолетних колебаний температуры и количества осадков на территории округа по характеру изменения низкочастотной компоненты позволила выделить 3 района, отличающихся по изменению температуры, и 7 – по изменению осадков;

- отмечена общая тенденция роста зимней температуры воздуха с 1970 г. до 2006 г. (на 2,8 °С) и летней температуры до 2010 г. (~1 °С);

- выявлено уменьшение годового количества общей облачности и осадков. При этом продолжительность многолетних циклов осадков летом вдвое меньше, чем зимой;

- анализ экстремумов НЧК общей облачности и осадков позволил обнаружить ~ 4-летнее запаздывание годовых осадков по фазе относительно облачности: с 1997 г. наблюдается уменьшение общей облачности, а с 2002 г. – и атмосферных осадков;

- выявлено снижение зимней зональной составляющей скорости ветра с начала 2000-х гг. Вместе с тем согласно временному ходу НЧК зимой зональная и вертикальная составляющие скорости ветра находятся в противофазе, а летом – в меридиональной и вертикальной;

- обнаружена статистически значимая отрицательная связь между рядами осредненной по территории ПФО годовой температуры воздуха и продолжительности суток ( $r = -0,66$ ), а также тесная положительная корреляционная связь между рядами зимней температуры и индекса NAO ( $r = 0,64$ ).

#### Литература

1. Переведенцев, Ю. П. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья. / Ю. П. Переведенцев, М. А. Верещагин, К. М. Шанталинский и [др.] – Казань: Центр инновационных технологий. 2011. – 295 с.

2. Переведенцев, Ю. П. Мониторинг глобальных и региональных изменений климата в тропосфере и стратосфере Северного полушария / Ю. П. Переведенцев, К. М. Шанталинский // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – М., 2011. Т. XXIV. С. 116–130.

3. Клименко, В. В. Почему замедляется глобальное потепление? // Доклады АН. 2011. Т. 440, № 4. С. 536–539.

4. Сидоренков, Н. С. Физика нестабильностей вращения Земли / Н. С. Сидоренков. – М. : Физматлит, 2002. – 383 с.

5. Андрианов, О. Р. О связи колебаний некоторых океанографических характеристик с вариациями угловой скорости вращения Земли / О. Р. Андрианов, Р. Р. Белевич // Метеорология и гидрология. 2003. № 11. С. 64–71.

**О. В. Абрамова, О. Д. Мокеева**

(Гидрометцентр ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС», г. Н. Новгород, Россия)

### **КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПО Г. НИЖНЕМУ НОВГОРОДУ В ПЕРИОД С 1998 ПО 2012 ГОДЫ**

Для принятия решений в процессе планирования, уменьшающего риски и оптимизирующего социально-экономические выгоды, необходим мониторинг за погодой.

В данной работе представлены исследования температурного режима, количества осадков, а также анализ опасных метеорологических явлений за 15-летний период наблюдений по г. Нижнему Новгороду. Сравнительная характеристика проводилась с использованием уточненных Нижегородским Гидрометцентром (ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС») климатических норм за период с 1971 по 2000 гг.

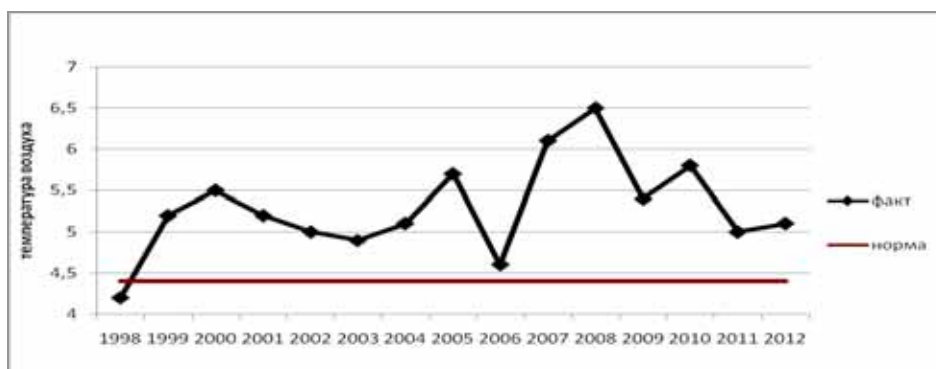


Рис. 1. Среднегодовая температура воздуха по г. Н. Новгороду (1998–2012 гг.)

Принципиальной особенностью климата в современной эпохе является потепление [1]. Анализ климатической летописи показал, что период с 1998 по 2012 годы стал самым теплым за всю историю инструментальных наблюдений (более 130 лет), не было отмечено ни одного холодного года. Шесть лет вошли в десятку самых теплых за всё прошедшее столетие. В целом скорость роста среднегодовой температуры для г. Нижнего Новгорода составила 0,49 °C. В рассматриваемый период значения абсолютных максимумов и минимумов температуры воздуха за сутки менялись 128 раз. Причем дневные рекорды устанавливались в 10 раз чаще.

При анализе распределения средних за сезон и за месяцы температур воздуха за последние 15 лет было выявлено, что на общем годовом фоне повышения средних значений за сезон среди средних месячных температур воздуха с тенденцией понижения выделяются март и февраль. В 33 % случаев март был холодным, в результате начало климатической весны задерживалось из-за интенсивных вторжений арктического воздуха. Отрицательная аномалия отмечалась у каждого второго февраля, в отдельные годы она достигала 2–5°.

Прирост средних температур летом был существенным за счет августа – в 9 годах средняя температура августа почти достигала июльских значений.

В осенний сезон существенную положительную аномалию внесли ноябри, причем в 3 годах (2005, 2008 и 2010 гг.) температурный фон оказался даже положительным, хотя ноябрь на широте г. Нижнего Новгорода считается уже зимним месяцем.

Анализ годовых сумм осадков показал, что существенной тенденции увеличения годового количества осадков не отмечалось. Отклонение от нормы в сторону увеличения месячного количества осадков пришлось на март, в котором в среднем выпадало в полтора раза больше осадков, и декабрь. Рекордное количество

снега за весь период наблюдений было отмечено в декабре 2010 года (2,5 месячной нормы – 131 мм).

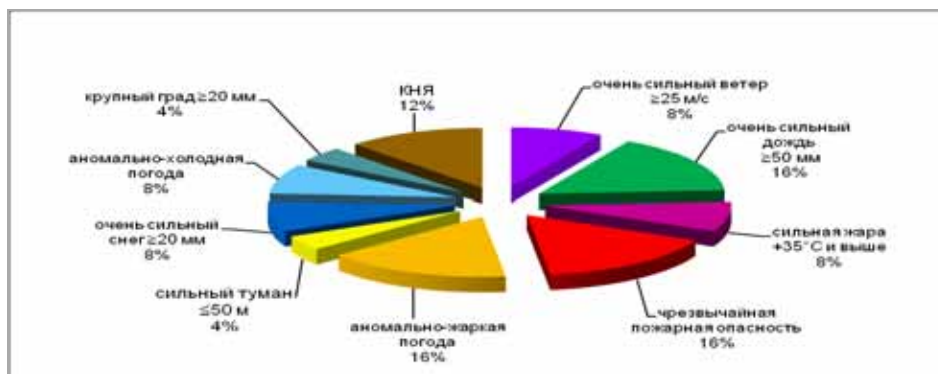


Рис. 2. Опасные явления (г. Нижний Новгород 1998–2012 гг.)

При анализе опасных явлений (ОЯ) использовались критерии, рекомендуемые Руководящим документом [2], поэтому агрометеорологическое явление – заморозки – не рассматривались.

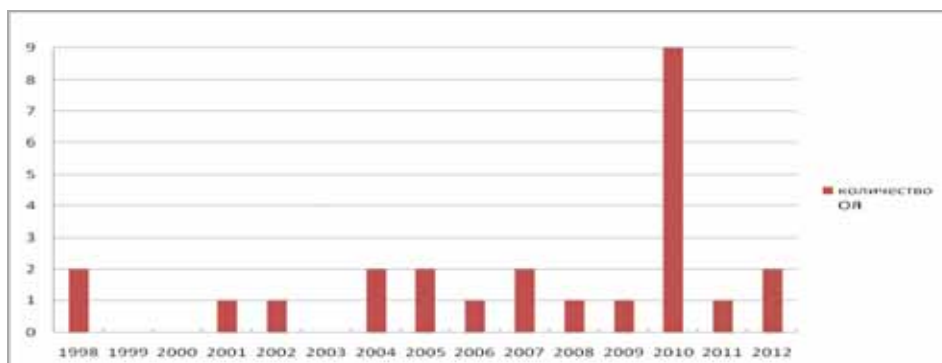


Рис. 3. Опасные явления (г. Нижний Новгород 1998–2012 гг.)

За исследуемый 15-летний период в г. Нижнем Новгороде отмечалось 25 опасных метеорологических явлений (ОЯ). Половина всех ОЯ пришлась на очень сильные дожди, аномально-жаркую погоду и чрезвычайную пожароопасность лесов (по 16 %). Менее распространенным оказался комплекс неблагоприятных метеорологических явлений (12 %). Участились сильные ливни (4 случая). Максимум опасных явлений (36 % от всех явлений за 15-летний период) пришелся на сухое, жаркое пожароопасное лето 2010 года.

Подводя итог климатических изменений в г. Нижнем Новгороде за период с 1998 по 2012 гг., можно сделать следующие выводы:

1. Этот период стал самым теплым за всю историю инструментальных наблюдений: скорость роста среднегодовой температуры составила 0,49 °С.
2. Января стали теплее, а марты, наоборот, холоднее.
3. Произошло увеличение месячных сумм осадков в марте и декабре.
4. Отмечалось 25 опасных метеорологических явлений.
5. Летом 2010 года было отмечено максимальное количество ОЯ (9).

Анализ климатических изменений последних 15 лет показал, насколько сейчас жизненно важен мониторинг погоды, который необходим для дальнейшего углубленного понимания сложности климатической системы и ее предсказуемости.

Изменение климата усугубляет естественную изменчивость климата и стало источником неопределенности для чувствительных к климату экономических секторов, таких как сельское хозяйство и энергетика [3].

#### Литература

1. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири : Монография / под ред. Н. С. Касимова и А. В. Кислова. – М.: МАКС Пресс, 2011. – 496 с.
2. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений / РД 52.88.699-2008 (Росгидромет).
3. Что такое Изменение Климата [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.wmo.int/pages/mediacentre/factsheet/documents/ClimateChangeInfoSheet2013-03final.pdf>.
4. Анализ изменчивости климата на территории России в последние десятилетия / О. Н. Булыгина, Н. Н. Коршунова, В. Н. Кузнецова и [др.] // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 2000. – Вып. 167. – С. 3–15.
5. Дроздов, О. А. Климатология / О. А. Дроздов, В. А. Васильев, А. Н. Кобышева. – Л.: Гидрометцентр, 1989. 568 с.
6. Израэль, Ю. А. Эффективный путь сохранения климата на современном уровне – основная цель решения климатической проблемы // Метеорология и гидрология. 2005. № 10. С. 5–9.
7. <http://www.meteoinfo.ru/>.

**С. В. Анисимов<sup>1</sup>, К. В. Афиногенов<sup>1</sup>, А. А. Прохорчук<sup>1</sup>, В. В. Соколов<sup>2</sup>**  
(<sup>1</sup> Геофизическая обсерватория «Борок» – филиал ФГБУ науки Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, п. Борок Ярославской обл.; <sup>2</sup> Департамент Росгидромета по ПФО, г. Н. Новгород, Россия)

#### **АЭРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЦЕНТРЕ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АРЗАМАС (ЦМС АРЗАМАС)**

Исследование процессов формирования глобальной электрической цепи остаётся одним из фундаментальных и прикладных направлений физики атмосферы [1,2]. Электричество нижней атмосферы, включая грозовое, по существу является базовым элементом глобальной электрической цепи. В период с 12 по 19 мая 2013 года на территории ЦМС Арзамас [55° 22'N 43° 49'E] в рамках программы Форума «Великие реки (экологическая, гидрометеорологическая и энергетическая безопасность)» проводились натурные полевые наблюдения атмосферного электричества.

Аппаратурный полевой комплекс включал электростатический флюксметр типа «field mill» и счетчик легких атмосферных ионов. Информация регистрировалась цифровой системой сбора данных на базе АЦП с разрядностью 16 бит и скоростью 10 выборок в секунду (эффективное разрешение по частоте 10 Гц).

Электростатический флюксметр измеряет вертикальную компоненту напряженности атмосферного электрического поля и обеспечивает точность 0,1 В/м (на частоте 1 Гц). Динамический диапазон прибора составляет ±10 кВ/м. Принцип работы электростатического флюксметра заключается в механической модуляции атмосферного электрического поля путем попеременного экранирования-экспонирования измерительных поверхностей прибора, подключенных к электрометрическому усилителю. Измерительные поверхности представляют собой

металлические пластины сложной формы, расположенные горизонтально. Модулированный сигнал усиливается и детектируется [3].

Счетчик легких атмосферных ионов построен по принципу аспирационного конденсатора. Через измерительную камеру, которая представляет собой конденсатор сложной формы, с постоянной скоростью протягивается воздух. На одну из пластин конденсатора подается фиксированный потенциал, другая пластина подключена к прецизионному измерительному усилителю. Наличие в воздухе заряженных частиц (аэроионов) определяет электрическую проводимость воздуха и, как следствие, силу тока между пластинами конденсатора. В итоге по измеренному току можно определить удельную электрическую проводимость атмосферы в точке измерений, а также интегральную концентрацию атмосферных ионов и вариации плотности объемного электрического заряда. В данном случае применялся модернизированный счетчик легких атмосферных ионов, построенный на базе прибора «Борт-3». Прибор содержит ряд модификаций, позволяющих вести длительные натурные наблюдения в полевых условиях. Прибор даёт возможность регистрировать полярную удельную электрическую проводимость атмосферы в диапазоне от 0,1 до 160 фСм/м с точностью 0,05 фСм/м на частоте 1 Гц.

По результатам полевых натурных наблюдений определен суточный ход напряженности электрического поля атмосферы, концентраций легких атмосферных ионов и удельной электрической проводимости приземного слоя атмосферы.

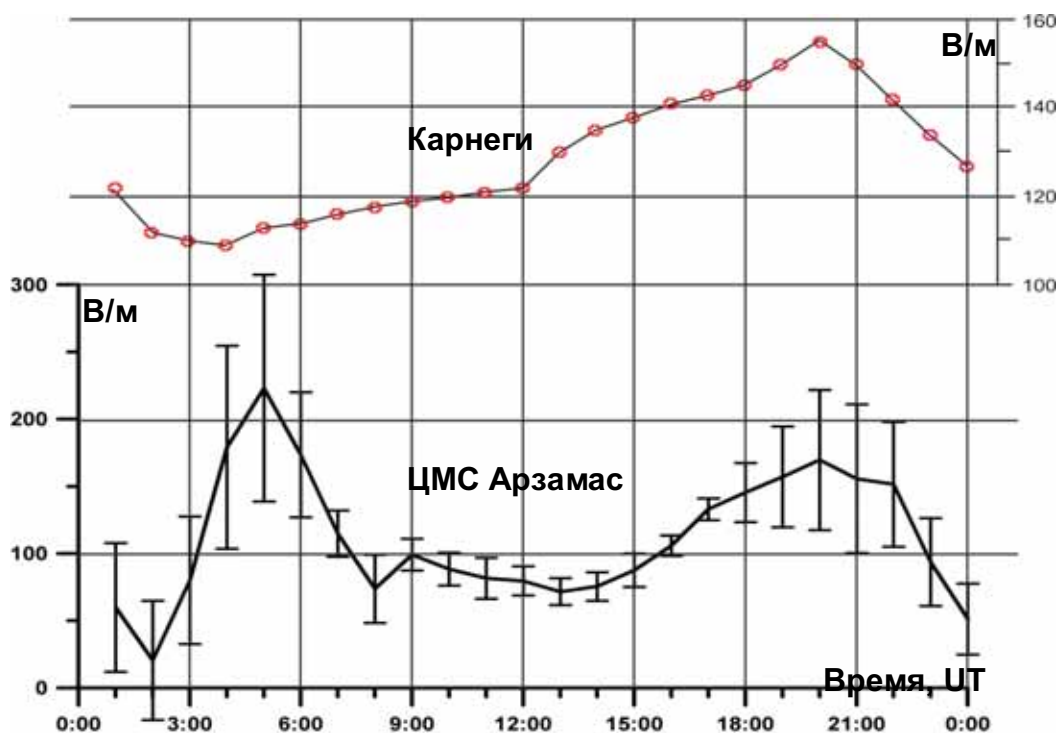


Рис. 1. Суточный ход напряженности электрического поля атмосферы по данным за 13–18 мая 2013 года, ЦМС Арзамас

На рис. 1 представлен суточный ход напряженности электрического поля атмосферы ( $E_z$ ). Среднесуточное значение  $E_z$  составило 120 В/м.

Исходя из данных, приведенных на рис. 1, виден максимум электрического поля в 20:00 UT, что свидетельствует о возможной регистрации унитарной вариации аэроэлектрического поля [1, 4].

Исследование глобальных аэроэлектрических процессов осложнено наличием вариаций регионального масштаба, образуемых тепловой конвекцией и

турбулентностью. Выделение глобальной компоненты возможно путем усреднения результатов длительных измерений, полученных с использованием метода разнесенного приема [5].

На рис. 2 представлен суточный ход концентраций легких положительных ( $N_+$ ) и отрицательных ( $N_-$ ) атмосферных ионов. Среднесуточное значение  $N_+$  составило  $150 \text{ см}^{-3}$ , а среднесуточное значение  $N_-$  –  $120 \text{ см}^{-3}$ .

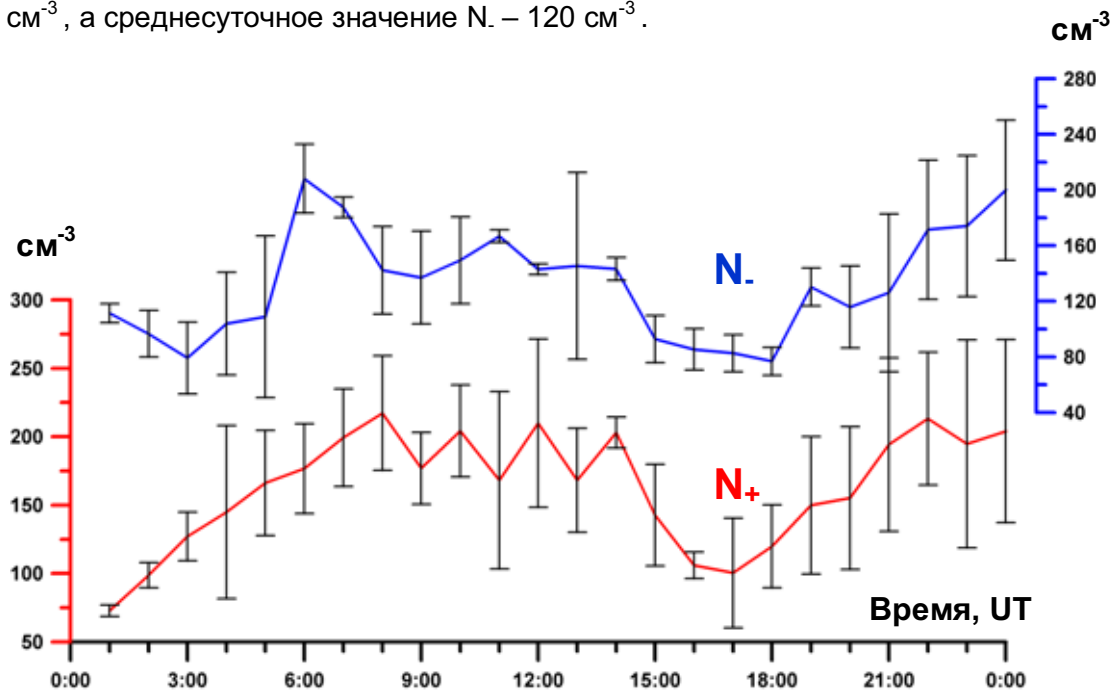


Рис. 2. Суточный ход концентраций легких аэроионов по данным за 13–15 мая 2013 года, ЦМС Арзамас

На рис. 3 представлен суточный ход удельной электрической проводимости приземного слоя атмосферы ( $\lambda$ ). Среднесуточное значение  $\lambda$  составило 7 фСм/м.

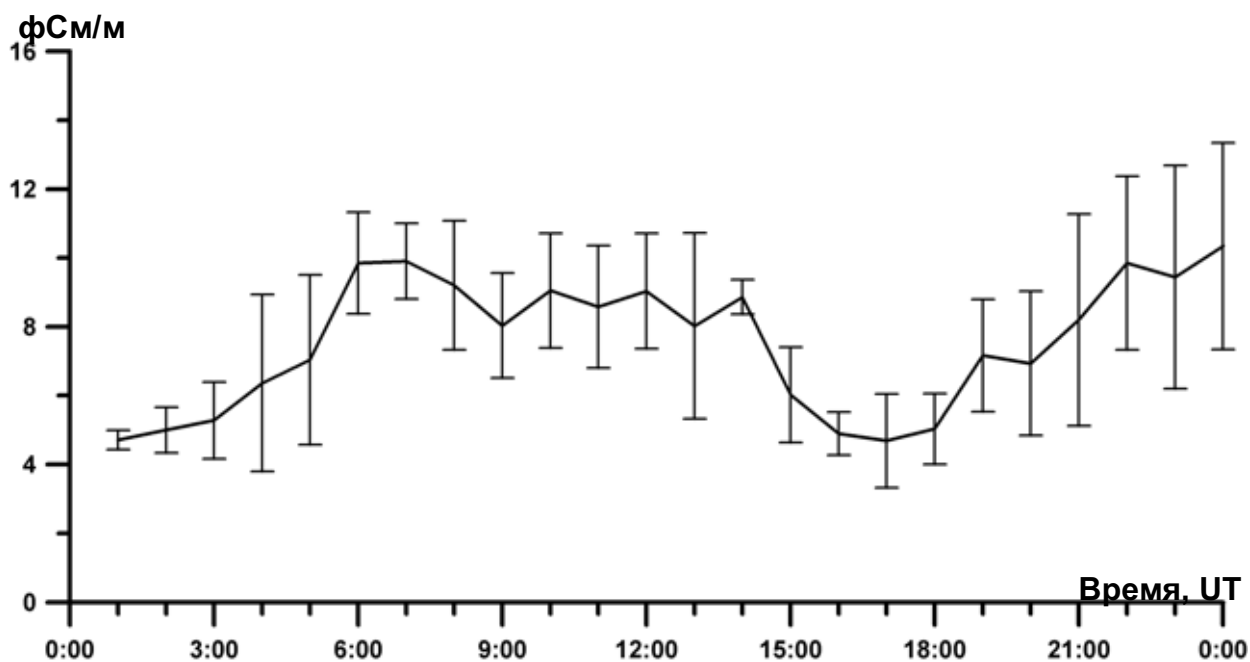


Рис. 3. Суточный ход удельной электрической проводимости приземного слоя атмосферы по данным за 13–15 мая 2013 года, ЦМС Арзамас

Основным фактором ионизации приземного слоя атмосферы служит выход радиоактивных газов ( $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$ ) из почвы и их распад, вторым фактором ионизации является воздействие космической радиации (галактические космические лучи). Легкие атмосферные ионы определяют электрическую проводимость и формируют электрическое состояние атмосферы. Мониторинг динамики концентраций легких атмосферных ионов в приземном слое составляет важную задачу исследования процессов формирования глобальной электрической цепи. Полученные в результате наблюдений цифровые данные необходимы в качестве входного параметра при моделировании процессов формирования электрического состояния пограничного слоя и глобальной электрической цепи [6,7].

Таким образом, по результатам проведенных в рамках программы Форума «Великие реки (экологическая, гидрометеорологическая и энергетическая безопасность)» наблюдений определен суточный ход напряженности атмосферного электрического поля. Обнаружен максимум напряженности аэроэлектрического поля в 20:00 UT. Определен суточный ход концентраций легких атмосферных ионов и полной удельной электрической проводимости приземного слоя атмосферы. Проведенное исследование подтверждает репрезентативность ЦМС Арзамас для проведения длительных аэроэлектрических наблюдений.

#### Литература

1. Анисимов, С. В. Геофизические исследования глобальной электрической цепи / С. В. Анисимов, Е. А. Мареев // Физика Земли, 2008, №10, С. 8–18.
2. Смирнов, В. В. Ионизация в тропосфере / В. В. Смирнов – СПб. : Гидрометеоздат. 1992. 312 с.
3. Анисимов, С. В. Измеритель вариаций напряженности электрического поля Земли / С. В. Анисимов, С. М. Крылов / Структура электромагнитного поля геомагнитных пульсаций. – М.: Наука. 1980. С.158–163.
4. Чалмерс, Дж. А. Атмосферное электричество. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. 420 с.
5. Аэроэлектрические наблюдения на регионально разнесенных станциях / С. В. Анисимов, Е. А. Мареев, Н. М. Шихова и [др.] // VI Всероссийская конференция по атмосферному электричеству. – Н. Новгород. 2007, С. 43–44.
6. Anisimov, S. V., Aphinogenov K. V., Galichenko S. V. Dynamics of electric conductivity of atmospheric surface layer // Proceedings of the 14th International Conference on Atmospheric Electricity. Rio de Janeiro, 2011.
7. Анисимов, С. В. / Формирование электрически активных слоев атмосферы с температурной инверсией / С. В. Анисимов, С. В. Галиченко, Н. М. Шихова // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2012. Т. 48. № 4. С. 442–452.

**А. И. Грабовский<sup>1</sup>, В. М. Варлашина<sup>1</sup>, С. А. Журавлев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Департамент Росгидромета по СЗФО, г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup> ФГБУ «ГГИ» Росгидромета, г. Санкт-Петербург, Россия)

#### **ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ГИДРОЛОГИЯ – КАЧЕСТВО ВОД СУШИ» (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. НЕВЫ)**

В настоящее время наиболее эффективным инструментом сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственной информации являются геоинформационные системы (ГИС). ГИС включают в себя возможности систем управления базами данных (СУБД), средств анализа пространственных и временных данных, а также редакторов растровой и векторной графики.



Де-факто стандартным программным обеспечением (ПО), наиболее часто используемым в системе Росгидромета, является проприетарное ПО, являющееся частной собственностью авторов или правообладателей и не удовлетворяющее критериям свободного ПО. Наиболее распространенным проприетарным ПО является ГИС от компании ESRI (ArcGIS). Проприетарное ПО обладает рядом недостатков, из которых основными являются высокая стоимость лицензионных копий ПО и в большинстве случаев наличие закрытого программного кода, что осложняет его использование при разработке инструментов для анализа и визуализации гидрометеорологической информации, обладающей своей спецификой.

В качестве альтернативы проприетарному ПО выделяется открытое ПО, которое разрешает практически неограниченное изменение исходного кода, создание собственных инструментов и распространение измененных версий.

Целью региональной НИР Росгидромета по теме 1.7.15 являлась систематизация и визуализация гидрологической и гидрохимической информации, находящейся в ведении Северо-Западного УГМС и ФГБУ «ГГИ» с помощью создания региональной геоинформационной системы (ГИС) «Гидрология – качество поверхностных вод суши) на основе открытого ПО ГИС. В работе использовались данные мониторинга Северо-Западного УГМС и разработки специалистов ГГИ и Северо-Западного УГМС в области применения ГИС-технологий и современных методов расчета гидрологических параметров и характеристик качества воды.

В результате анализа потенциала открытого ПО ГИС применительно к использованию в области гидрологии и гидрохимии с учетом возможностей совместного использования программ «Гидрохим-ПК», «Реки-РЕЖИМ», и с учетом возможностей использования открытых ГИС в системе Росгидромета следует выделить основные аспекты, по которым проводился сравнительный анализ ПО ГИС:

- наличие интуитивно понятного интерфейса пользователя;
- кроссплатформенность;
- совместимость с как можно большим количеством форматов данных и СУБД;
- поддержка систем программирования для создания новых инструментов анализа.

В результате анализа в качестве наиболее подходящего открытого ПО ГИС с точки зрения возможностей её применения в системе Росгидромета был выбран Quantum GIS (QGIS).

Разработанная в процессе выполнения НИР ГИС включает в себя топографическую и гидрометеорологическую информацию по бассейну р. Невы (отдельные тематические слои по частному бассейну р. Невы – от истока из Ладожского озера до устья). Общее количество слоев тематической информации – 22.

Слои разбиты на следующие группы:

1. Топографическая информация (Векторные топографические карты на основе открытых карт Open Street Maps).

1.1. Тематический слой гидрографии:

- гидротехнические объекты (точечный слой): шлюзы, пристани и причалы, колодцы и пр.;
- гидротехнические объекты (линии): дамбы, плотины;
- гидрография (точечный слой): пруды, родники;
- гидрография (линии): канавы, каналы, малые реки и ручьи;
- гидрография (полигоны): реки, озера, водохранилища, крупные каналы, острова.

1.2 Разграфка листов топографических карт:

- номенклатурные листы (полигоны);
- географическая сетка (линии параллелей и меридианов)

1.3. Цифровая модель рельефа на основе данных SRTM.

#### 1.4. Рельеф.

- отметки высот (в т. ч. отметки урезов воды, отметки нулей графиков гидрологических постов);
- горизонталы (линии).

#### 1.5. Растительность и грунты.

1.6. Производственная и социальная инфраструктура (населенные пункты, строения, линии связи и электропередачи и пр.)

2. Метеорологические станции и посты (точки) с обобщенными (средними многолетними) данными наблюдений по температуре воздуха и осадкам на основе научно-прикладного справочника по климату СССР.

В данном тематическом слое к каждой метеорологической станции привязана обобщенная информация по 15 климатическим характеристикам, в том числе: средняя месячная и годовая относительная влажность, средняя месячная и годовая приземная температура воздуха, средняя минимальная температура воздуха, средняя максимальная температура воздуха, абсолютная минимальная температура воздуха, абсолютная максимальная температура воздуха, средние месячные и годовые суммы осадков, средняя месячная и годовая скорость ветра, средняя месячная и годовая общая облачность, средняя месячная и годовая нижняя облачность, повторяемость направления ветра и штилей, средняя декадная высота снежного покрова, максимальные и минимальные за период наблюдений высоты снежного покрова, даты первого и последнего заморозков на поверхности почвы и продолжительности безморозного периода, средние даты наступления, прекращения и продолжительности устойчивых морозов.

### 3. Тематические слои с гидрологической информацией

3.1. Тематический слой с данными наблюдений за средними суточными расходами и уровнями воды за 2009–2011 гг. по следующим постам:

- р. Тосна – Тосно
- р. Ижора – Аннолово
- р. Ижора – Мыза-Ивановка
- р. Нева – Новосаратовка
- р. Нева – Петрокрепость
- р. Нева – Отрадное
- р. Нева – Обуховский завод
- р. Нева – Литейный мост
- р. Малая Невка – ИЦП
- р. Охта – Новое Девяткино
- р. Мга – Горы

3.2. Гидрологические посты (действующие и закрытые) в пределах бассейна р. Невы (более 120 постов).

3.3. Водосборы (полигональный слой):

- водосбор бассейна р. Невы;
- водосборы частных бассейнов до створов гидрологических постов;
- водохозяйственные участки.

3.4. Густота речной и русловой сети.

В качестве исходной гидрологической информации для расчётов использовалась база данных по годовому стоку рек бассейна р. Невы за период с начала наблюдений по 2009–2011 гг. Дополнительно привлекалась информация и по закрытым в настоящее время створам.

4. Гидрохимическая информация по 27 показателям на 24 створах наблюдений.

В качестве исходной информации для построения гидрохимических карт были использованы данные сети стационарных пунктов наблюдений за состоянием

загрязненности поверхностных вод суши Северо-Западного УГМС за период с 2009 по 2011 гг.

В целях упрощения наполнения ГИС информацией за последующие годы было разработано ПО, обеспечивающее обмен данными между ГИС и ПО «Гидрохим-ПК» и «Реки-РЕЖИМ».

Результаты работы:

1. Проведен сравнительный анализ существующих продуктов свободно распространяемого программного обеспечения в области ГИС и оценка возможности использования свободного ПО для представления в ГИС разнородной гидрологической, гидрохимической информации и геостатистической обработки данных наблюдений.

2. Выполнена установка, настройка и обучение работе со свободно-распространяемым ПО Quantum GIS (как наиболее перспективной открытой ГИС-системой) в Северо-Западном УГМС.

3. Разработаны инструменты импорта и экспорта данных (программы – конвертеры) из форматов, используемых в программе «Реки-Режим» и программе «Гидрохим-ПК» в формат, поддерживаемый QGIS.

4. Создан локальный проект ГИС «Гидрология – качество поверхностных вод суши (на примере бассейна р. Невы), содержащий 22 слоя с тематической информацией и включающий режимную информацию по гидрологическим постам и створам гидрохимических наблюдений за 2009–2011 гг. Созданная ГИС позволила выполнить пространственное обобщение и визуализацию полученной информации.

5. Представлен ряд крупномасштабных цифровых карт, содержащих сведения о гидрологических и гидрохимических характеристиках водных объектов бассейна р. Невы.

Следует особо отметить, что в результате выполнения региональной НИР Росгидромета на основе геоинформационной системы «Гидрология – качество вод суши» (на примере бассейна р. Невы) создан инструмент, позволяющий на основе открытого ПО и открытой картографической информации осуществлять информационную поддержку системы принятия управленческих решений с использованием данных о состоянии природной среды и качестве поверхностных вод суши.

***М. О. Френкель<sup>1</sup>, Ю. П. Переведенцев<sup>2</sup>, В. В. Соколов<sup>3</sup>***

*(<sup>1</sup> Кировский ЦГМС-филиал ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС», г. Киров;*

*<sup>2</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань;*

*<sup>3</sup> Департамент Росгидромета по ПФО, г. Н. Новгород, Россия)*

## **РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Как уже неоднократно указывалось многими авторами, глобальные климатические изменения на планете проявляются по-разному. Поэтому особое значение для населения, экономики и других отраслей имеют региональные климатические исследования. Кировская область по климату отличается от многих других территорий европейской части России, так как из-за своей большой протяженности находится в трех подзонах: 1) средней тайги (северная часть области), 2) южной тайги (средняя часть) и 3) хвойно-широколиственных лесов (южная часть). Исследования проведены в разные периоды с 1881 по 1960 гг. и с 1960 по 2010 гг.

### **1. Межгодовые изменения атмосферного давления и ветра**

Выяснено, что в зимние месяцы (январь, февраль) в связи с усилением в последние годы циклонической деятельности прослеживаются слабые тренды падения давления. В среднем за год за период 1998–2007 гг. в сравнении с аналогичным периодом 1968–1977 гг., давление снизилось примерно на 1,0–1,2 гПа. Величина средних многолетних месячных и годовых скоростей ветра за период 1968–2007 гг. по сравнению с периодом до 1962 г. уменьшилась в последнее десятилетие в среднем от 0,6 м/с в южной зоне, до 1 м/с – в северной. На этом фоне чаще стали усиления ветра до 20 м/с и более на МС Котельнич и Шабалино.

### **2. Температура воздуха**

Как известно, в середине 70-х гг. XX столетия в глобальном масштабе произошел устойчивый переход к аномалии температуры воздуха выше 0 °С относительно базового периода 1961–1990 гг. Аналогичная ситуация сложилась в целом по России и в частности на территории Кировской области.

Для выделения систематической составляющей изменений температуры для центральных месяцев сезонов были построены линейные тренды для ряда метеостанций.

Статистическая значимость линейного тренда оценивалась с помощью критерия Стьюдента и по величине квадрата коэффициента корреляции  $R^2$  (коэффициент детерминации).

Расчеты показали, что наиболее значительные положительные изменения температурного режима происходят в зимний период (табл. 1, 2). На втором месте – весна и очень, слабые изменения летом. Причем в августе, данные имеют отрицательные значения, т. е. он стал не теплее.

Таблица 1

**Разности средних месячных и годовых температур воздуха (градус)  
за периоды 1966–2007 гг. и 1881–1960 гг.**

Станции и зоны	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Северная зона	0,4	1	2,6	1,3	0,7	0,3	0,3	-0,3	0,3	0,4	0,5	1,2	0,7
Центральная зона	1	1,2	2,5	1,6	0,9	0,3	0,3	-0,2	0,2	0,5	0,9	1,4	0,9
Южная зона	1,2	1,3	2,2	1,5	0,7	0,1	0,1	-0,3	0,1	0,3	0,8	1,4	0,8

Таблица 2

**Разности средних сезонных температур воздуха (градус)  
за периоды 1966–2007 гг. и 1881–1960 гг.**

Станции и зоны	Холодный период, зима XI–III	Весна IV–V	Лето VI–VIII	Осень IX–X	Теплый период IV–X
Северная зона	1,2	1	0,1	0,3	0,4
Центральная зона	1,4	1,2	0,1	0,4	0,5
Южная зона	1,4	1,1	0	0,2	0,4

### 3. Временная изменчивость количества осадков

Временная изменчивость, характеризуемая значением среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ), так же как и средние месячные суммы осадков, имеет хорошо выраженный годовой ход с минимумом в феврале от 10 мм на ст. Кильмезь до 19 мм – на ст. Лальск и максимумом в июле от 35 мм на ст. Яранск до 49 мм – на ст. Даровское. Однако для количества атмосферных осадков величины, принимающие только положительные значения, более полно характеризуют временную изменчивость коэффициента вариации, поскольку он представляет собой отношение ( $\sigma$ ) к среднему значению, выраженному в процентах. В среднем для Кировской области коэффициент вариации сумм осадков в течение года меняется от минимума в декабре (40 %) до максимума в апреле (56 %).

По территории Кировской области значения коэффициента вариации распределяются различно в зависимости от сезона. В среднем за год наименьшая изменчивость сумм осадков наблюдается на северо-востоке и востоке области, наибольшая – на западе и юго-западе. В холодный период года (ноябрь – март) минимальные значения коэффициента вариации, или наименьшая изменчивость осадков, наблюдаются в районе ст. Фаленки – Кумены – Верхошижемье – Нолинск – Кильмезь, в котором коэффициент вариации меньше 20 %. В теплый период (апрель – октябрь) осадки наименее изменчивы на севере и востоке области, где коэффициент вариации не превышает 17 %. В центральной части и на западе области коэффициент вариации больше 20 %.

В целом за последние 50 лет во всех зонах области количество осадков увеличивается в среднем за год на 60–85 мм (табл. 3).

Таблица 3

**Разности средних многолетних сумм осадков (мм)  
за периоды 1966–2007 и 1881–1960**

Станции, зоны	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Северная зона	8	2	3	7	10	9	9	4	0	10	8	8	79
Центральная зона	11	4	4	6	4	10	8	2	4	11	11	11	86
Южная зона	6	3	1	5	2	8	9	4	5	9	8	2	63

При этом наибольшие среднегодовые суммы осадков отмечались в Верхошижемье (центральная зона) – 714 мм, наименьшие – на юго-востоке (Вятские Поляны – 504 мм) и больше всего их выпадает в теплый период (IV–X).

### 4. Общие выводы:

1. За последние 50 лет на фоне роста температуры воздуха увеличивается и количество выпавших осадков.

2. В зимний период снежный покров устанавливается на 4–9 дней раньше.

3. Высота снежного покрова в северной и центральной зоне в среднем увеличилась на 5–10 см (50–70 см). Среднее число дней со снежным покровом в этих зонах за последние годы мало изменилось и составило от 160–175 (на юге) до 175 (на севере).

В целом зима стала примерно на 7–13 дней короче, теплее, многоснежнее. Весна начинается в первой неделе апреля и стала теплее на 1–1,5°. Лето – обычное по теплу, но длиннее на полмесяца. Осень теплее.

Вегетационный период также стал продолжительнее на 5–8 дней и составляет 157–161 дней (табл. 4). Продолжительность периода увеличилась как за счет раннего

начала весной (23–26 апреля), так и позднего окончания осенью (30 сентября – 2 октября). Период активного роста сельскохозяйственных культур стал длиннее на 2–5 дней, а на возвышенных формах рельефа северо-восточной части зоны – на 7–9 дней и составляет 111–117 дней. Увеличение продолжительности периода активных температур не происходит на фоне увеличения продолжительности вегетационного периода, т. е. теплый период становится длиннее, но не теплее. Данный вывод имеет серьезное положительное значение для районирования сортов сельхозкультур и в целом для развития сельскохозяйственного производства, а также более раннего по срокам начала полевых работ, заготовки кормов и уборки урожая. Потепление климата позволит на 7–10 дней позже начать и на столько же раньше закончить отопительный период, что даст значительную экономию денежных средств – 80–100 млн рублей в год. Кроме того, теплый апрель и продолжительная осень увеличивают возможность продолжительности строительно-ремонтных работ на открытом воздухе примерно на 30–40 дней.

Таблица 4

**Разности средних сумм активных температур воздуха выше критических пределов 0°, 5°, 10° за периоды 1968–2007 гг. и 1891–1960 гг.**

Зоны	Разности сумм		
	выше 0°	выше 5°	выше 10°
Северная	118	115	75
Центральная	108	138	105
Южная	97	109	100

**5. Биоклиматические ресурсы**

Расчеты эффективной температуры показали, что комфортная погода по области устанавливается с мая по сентябрь, причем летом таких дней от 9 до 14 в месяц.

Согласно индекса Бодмана, зима в северной части умеренно суровая, по остальной территории – от мало суровой до умеренно суровой.

И в целом биоклиматические условия позволяют успешно использовать собственные рекреационные ресурсы, которыми богата Кировская область.

**6. Опасные (ОЯ) и неблагоприятные погодные условия (НЯ)**

Количество НЯ, ОЯ за последние 30 лет в среднем выросло на 30 %. НЯ ежегодно составляют 530–580 случаев. За период с 1968 по 2008 гг. было 627 случаев ОЯ, в среднем 15,2 за год. Особенно сильная жара была летом в 1972 и 2010 гг., по территории области отмечались засухи и пожары.

**7. Гидрологические ресурсы**

Наложение моделей изменений и колебаний температуры воздуха, осадков и годового стока р. Вятки позволили сделать вывод: увеличение годового стока происходит на фоне повышения температуры воздуха и осадков. При этом увеличился сток и в период зимней межени. Маловодный же период отмечается как при повышенном, так и пониженном температурном режиме, но в те десятилетия, когда осадков выпадало мало. С высокой степени точности можно предположить, что многолетние колебания стока происходят примерно через 50 лет. Таким образом, многоводный период по нашим расчетам может длиться еще примерно до 2030 года. При этом возможный ущерб от наводнений ежегодно может составить до 100 млн рублей.

### **8. Адаптация климатических данных**

Адаптация полученных уточненных климатических данных за 2011 год и 9 месяцев 2012 года позволила решить следующие задачи:

1. Получить существенную помощь для уточнения климатических параметров, использующихся как при прогнозировании погодных условий, так и для органов власти и управления при разработке перспективных программ и задач по развитию территории по отраслям, где они необходимы (с/х, транспорт, лесное хозяйство, строительство дорог и др.)

2. Обеспечить необходимую гидрометеорологическую безопасность при решении экономических проблем для разных отраслей хозяйствующих структур и населения. И особенно это важно для проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений, дорог.

Работы по уточнению климатических параметров выполнены в течение 2,5 лет.

Таблица 5

#### **Адаптация уточненных климатических данных по Кировской области с января 2011 г. по сентябрь 2012 г.**

Метео-параметры	Температура воздуха за отопительный период (среднемесячная, среднесуточная)	Осадки, высота снежного покрова, промерзание почвы	Подтверждение НЯ (ОЯ)	Климат (многолетние метеорологические характеристики)	Комплексные характеристики (облачность, влажность, температура и др.)
Количество выданных справок	466	129	179	182	46
Суммы, руб.	1 491 637,7	227 799,48	262 584,07	1 206 796,7	26 665,22

Всего выдано справок 10 002 шт. на сумму 3 269 483,17 (без НДС 18 %) руб.  
3 857 990,14 (с НДС 18%) руб.

В процессе выполнения данного исследования для оценки загрязнения природной среды и других целей для нужд ряда хозяйствующих субъектов появилась необходимость и некоторой другой гидрометеороинформации. Так, например, отсутствуют:

– аэроклиматические справочники (данные вертикального зондирования атмосферы, наличие приземных и приподнятых инверсий, их повторяемость, продолжительность, высота нижней границы, мощность инверсионного слоя, количество инверсионных дней в году, совпадение инверсионных явлений и штилей, преимущественный сезон наблюдений приземных и приподнятых инверсий).

– комплексные характеристики:

– слабые ветры в сочетании с температурной инверсией;

– повторяемость ситуации – скорость 0–1 м/с, приземная инверсия с нижней границей 0,01–0,05 км.

– повторяемость сочетаний застойных ситуаций (скорость ветра 0–1 м/с и приземная инверсия) при высокой интенсивности прямой и суммарной радиации в теплое время года.

При выполнении предпроектных разработок без аэроклиматических данных также нельзя определить комплексный климатический показатель условий диффузии примесей в атмосфере – метеорологический потенциал загрязнения атмосферы.

Исследования в этом направлении будут продолжены.

## Литература

1. Френкель, М.О. Межрегиональный экомониторинг Волжского бассейна. – Киров, 1997, 180 с.
2. Френкель, М. О. Климатический мониторинг Кировской области / М. О. Френкель, Ю. П. Переведенцев, В. В. Соколов [и др.]. – Казань: Казан. ун-т, 2012, 263 с.
3. Переведенцев Ю. П. Современные изменения климатический условий и ресурсов Кировской области / Ю. П. Переведенцев, М. О. Френкель, М. З. Шаймарданов. – Казань: Казан. ун-т, 2010, 242 с.





## **СЕКЦИЯ 4**

**ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ  
В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК**

## **ВТОРАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ONLINE-КОНФЕРЕНЦИЯ ВУЗОВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА:**

### **«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ»**

**С. В. Железнов, А. Н. Ситнов, Ю. Н. Уртминцев**  
(ФБОУ ВПО «Волжская государственная академия водного транспорта»)

#### **ПРОМЫШЛЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА**

Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации [1] предусматривается создание сети территориально-производственных кластеров, реализующих конкурентный потенциал территорий, формирование ряда инновационных высокотехнологичных кластеров в европейской и азиатской частях России. Использование кластерного подхода уже заняло одно из ключевых мест в стратегиях социально-экономического развития ряда субъектов Российской Федерации и муниципальных образований. В регионах активно создаются промышленные парки как инфраструктурная основа развития кластеров. Основная услуга промышленных парков – это предоставление в аренду предприятиям земельных участков, обеспеченных инженерной, энергетической и транспортно-логистической инфраструктурой.

По данным «Ъ» [2] известны около ста проектируемых и действующих промышленных парков в 34 регионах, из которых 52 % – частная, 37 % – государственная, и 7 % – государственно-частная собственность.

Подавляющее количество промышленных парков создается в Центральном, Северо-западном, Приволжском федеральных округах, на Дальневосточный округ приходится менее 5 %.

Вместе с тем удельный вес запасов полезных ископаемых только Республики Саха (Якутия) в минерально-сырьевой базе России составляет: по алмазам – 82 %; золоту – 17 %; урану – 61%; сурьме – 82 %; железным рудам – 6,2 %; углю – 40 %; олову – 28 %; ртути – 8 %.

Имеются значительные запасы нефти, газа, редкоземельных элементов, серебра, свинца, цинка.

В отраслевой структуре валовой добавленной стоимости республики на долю добычи полезных ископаемых приходится 39,5 %, а на долю обрабатывающей промышленности – лишь 2,9 %, при соотношении этих показателей по РФ в целом: 12,8 и 18,5 % [3]. В расчете на 1 тыс. квадратных километров в Приволжском федеральном округе обрабатывающими производствами отгружается товаров на сумму 5 млрд руб. в год, в республике Саха (Якутия) – на 9,1 млн руб. в год (почти в пятьсот раз меньше).

В советское время во многих северных районах нового освоения формировались территориально-производственные комплексы, в которых предпринимались попытки увязки добычи природных ресурсов и инфраструктурного обустройства территории. В едином локализованном сочетании на Севере, в Сибири, на Дальнем Востоке возникали промышленные предприятия, научно-исследовательские институты, высшие учебные заведения, крупные узлы материально-технического снабжения.

Очевидно, что проблема развития обрабатывающих отраслей промышленности путем создания сети промышленных кластеров для республики Саха (Якутия) остается актуальной задачей. Для Якутии важно перейти к полномасштабному освоению месторождений полезных ископаемых и развитию отраслей их переработки на месте, сокращающих значительную часть северного завоза. Государственная программа

республики Саха (Якутия) «Развитие предпринимательства в республике Саха (Якутия) на 2012–2016 годы» предусматривает создание территорий кластерного развития, где государство берет на себя функции участия в создании инфраструктуры территорий кластерного развития, разработки проектно-сметной документации и предоставления государственных услуг участникам кластера.

Основным ядром инновационного развития будет Якутская городская агломерация с населением около 260 тыс. чел. – данная зона притяжения имеет тенденцию к расширению и увеличению концентрации производств материальной и нематериальной сферы, всех форм бизнеса, финансового капитала [4]. В рассматриваемом узле возможны несколько альтернативных вариантов обустройства промышленных парков. Вариантность обусловлена неопределенностью типа мостового перехода в Якутске (совмещенный/автомобильный), промышленной политикой (рассредоточенная/кластерная); типом промышленного парка, подходящим местом расположения (Якутск/ Н. Бестях). Проведенный анализ иерархий последствий вариантов определил выбор – создание промышленно-логистического кластера в поселке Н. Бестях (рис.1).

Предложено разместить промышленно-логистический комплекс на правом берегу р. Лены, в 2,5 км выше по течению п. Н. Бестях, в 10 км от железнодорожной станции Правая Лена с непосредственным примыканием к автомобильным трассам М56 Лена и Р502 Амга.



Рис. 1. Промышленно-логистический кластер в поселке Н. Бестях

Такое расположение обеспечивает связь в одном узле железной дороги водной магистрали и автомобильных путей.

В пределах транспортной доступности расположены: месторождения энергетических углей – разрезы Джебарики-Хая, Харбалахский, Мироновский, Сангарский; бурых углей – Кангаласский, Кировский; месторождения известняка, силикатного песка, Еловское месторождение диабазового щебня; лесные ресурсы районов, примыкающих к железной дороге и Усть-Майского района.

Расположение в Центральном районе на пересечении водных, автомобильных и железнодорожных путей благоприятствует организации на территории кластера центральной республиканской площадки сбора и переработки металлолома.

Модель промышленно-логистического кластера и специализация предприятий – потенциальных резидентов показаны на рис. 2.

Структурная схема кластера

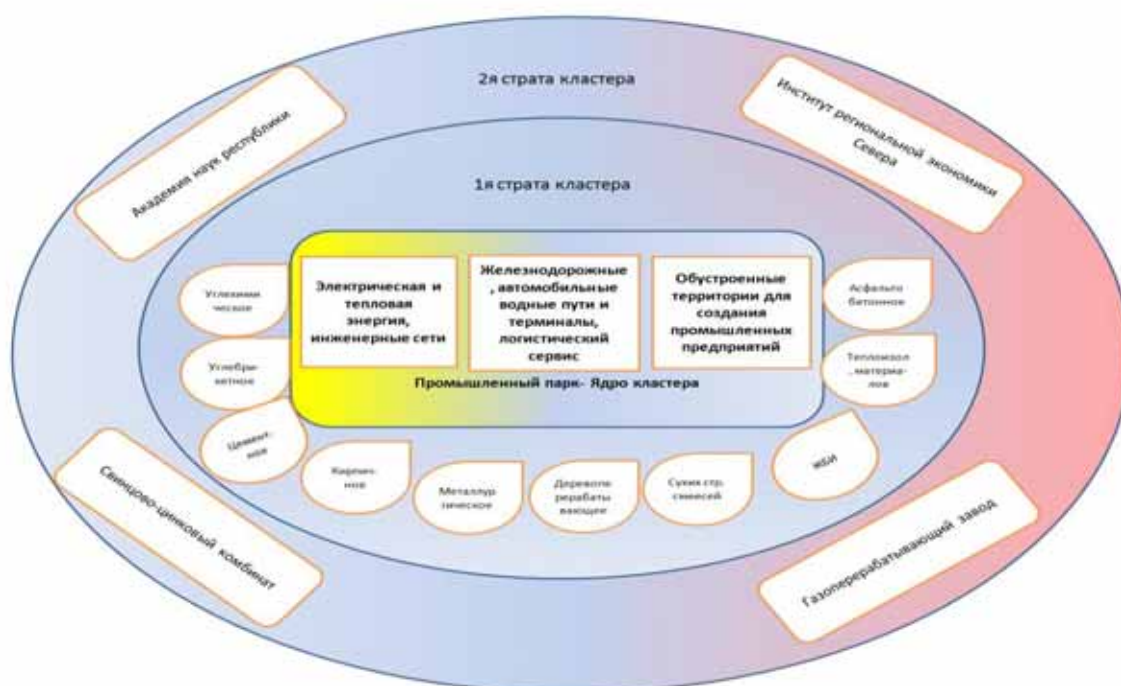


Рис. 2. Модель промышленно-логистического кластера и специализация предприятий

В таблице приведены прогнозируемые технико-экономические показатели промышленно-логистического комплекса.

Технико-экономические показатели проекта	Значения показателей, 2020г
Численность персонала, чел	5468,00
Реализация продукции, млрд. руб./год	61,50
В том числе:	
Продукция резидентов промышленного парка	52,70
Услуги управляющей компании	8,80
Выработка на одного работника, тыс.руб./год	11,25
Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток) деятельности организаций, млрд.руб	15,80
Объем производства продукции (отправление), тыс.т.	4086,00
Объем потребления сырья, материалов (прибытие), тыс.т.	5000,00
Переработка транзитных грузов (с учетом АТР-Европа), тыс.т.	8000,00
Объем потребления электроэнергии, МВт*ч	383516,00
Объем потребления воды, млн.кбм.	18,90
Стоимость строительства (инвестиции), млрд.руб.	22,96
В том числе:	
Государственные	5,30
Частные	5,30
Собственные средства Управляющей компании, полученные в процессе поэтапной реализации проекта	12,36
Срок выхода на проектную мощность (от начала строительства), годы	7,00

Оценка влияния промышленно-логистического комплекса на показатели социально-экономического развития республики Саха (Якутия) показала, что реализация проекта позволит: увеличить инвестиции в основной капитал на 12,6 %; снизить уровень безработицы на 13,8 %; увеличить отгрузку товаров на 6 %; увеличить объем перевозок грузов на 27 %. Вклад комплекса в ВРП региона составит 4 %.

Из приведенных данных следует, что создание промышленно-логистического комплекса окажет существенное влияние на развитие экономики региона.

#### Литература

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.
2. <http://www.kommersant.ru/doc/2086720>.
3. РОССТАТ РФ. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012. Статистический сборник.
4. Схема комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики Республики Саха (Якутия) до 2020 года.

**В. М. Безденежных**

(ФБОУ ВПО «Московская государственная академия  
водного транспорта», г. Москва, Россия)

### **ФАКТОРЫ РИСКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ ПРИ ПРИСОЕДИНЕНИИ РОССИИ К ВТО НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2020 Г.**

#### **1. Эволюция внешней среды обеспечения конкурентоспособности национальной экономики при присоединении к ВТО**

Сначала своего существования в 1995 г. ВТО провозгласила принципы свободной торговли по всему миру, равных конкурентных условий для всех производителей товаров и услуг и неприкосновенность интеллектуальной и любой другой собственности. Сегодня эта организация является одним из главных механизмов всеобщей глобализации и универсализации. По какой же причине Россия долго стремилась и, наконец, присоединилась в августе 2012 г. к системе ВТО? Причина весомая и уже названа выше – достижение равных конкурентных условий. *Механизмы ВТО несут определенные риски национальной экономике, с одной стороны, и являются регуляторами факторов риска – с другой.*

Несомненно, для российской экономики существуют и недостатки, и достоинства этого принципиального шага. Во многих случаях недостатки для одних (например, экспортеров) могут оказаться весомым плюсом для других (например, импортеров). Возникают вопросы, на которые постараемся дать в данном сообщении ответы:

1. Почему столько разнонаправленных прогнозов и оценок?
2. Есть ли научная основа для прогноза?
3. Кто виноват и что делать в отношении рисков, опасностей и угроз?
4. Есть ли ресурс для реализации?
5. Почему так трудно это делать?
6. Осталось ли время для разгона и, если есть, то сколько?

В соответствии с рассматриваемой темой нами предлагается из всего множества возможных групп рисков, опасностей и угроз финансово-экономической сферы (более 200) выделить наиболее существенные факторы *рисков обеспечения конкурентоспособности* как условие финансово-экономической *безопасности*

*экономики* в свете и в связи с происходящими процессами вхождения России в систему отношений ВТО.

По мнению авторов доклада, именно *конкурентоспособность* является важнейшей характеристикой при анализе и регулировании процессов присоединения России к ВТО, риски обеспечения которой исследуются далее.

Чтобы знать, на какой основе классифицировать угрозы, опасности и риски в каждом отдельном случае сценарной модели, необходимо изучить разные варианты грядущего социально-экономического развития. И для того чтобы лучше понять и организовать происходящие процессы, попытаемся представить фон или внешнюю среду, в которой они разворачиваются. Вариантов развития можно представить несколько:

- установление на планете глобального гражданского общества;
- монополярная форма правления глобальной страны-системы или международной солидарной администрации;
- новая биполярность США и Китая;
- многополюсный олигархический социум;
- безбрежное и анонимное социальное пространство, управляемое и направляемое безликими сетевыми организациями;
- комбинация перечисленных моделей;
- турбулентное и многоплановое столкновение цивилизаций либо распад всякой устойчивой социальности и вселенскому хаосу [1].

Что происходит или готовится в сфере международных отношений: созидание или разрушение, прорыв в будущее или провал в прошлое? Вот, пожалуй, центральные вопросы возможного прогноза траектории развития с ускорением, характерного для приближения системы к состоянию неустойчивости наступившего века. В книге У. Бека «Общество риска» (1987 г.) представлен прогноз общественного развития [2]. Ее главная мысль: «...модернизация размывает контуры индустриального общества, в недрах которого рождается другая модель современного мира, названная исследователем «обществом риска». ... В значительной мере именно поэтому разговоры об (индустриальном) обществе риска еще год назад (напомним, книга написана в 80-е годы прошлого столетия), сталкивавшиеся с упорным внутренним и внешним сопротивлением, получили горький привкус истины» – пишет У. Бек и далее продолжает: «Структура индустриального общества основана на *противоречии* между универсальным содержанием модерна и функциональным устройством его институтов ... Но это означает, что индустриальное общество в процессе развития *само делается неустойчивым*».

Таким образом, подводя итоги анализа развития внешней среды реализации конкурентных преимуществ национальной экономики, можно выделить следующие особенности и возможные тенденции мирового цивилизационного развития XXI века как фона взаимодействия России и ВТО:

- кардинальная смена формирующих структурных и институциональных факторов развития;
- формирование принципиально новых методологических, понятийных и целеориентирующих подходов;
- изменение социально-политических ориентиров развития экономики и общества;
- изменение в целом формата и устройства индустриального общества на этапе модернизации в общество нового типа (возможно, управленческого по П. Друкеру, информационного по М. Кастельсу, ноосферного по В. Вернадскому и др.).

Таким видится внешняя среда интеграционных процессов России, характеризуемая как *среда нарастающей неопределенности внутренней и внешней среды и неопределенности принимаемых решений*. Это выдвигает задачу принципиально иного подхода в определении методов регулирования рисков и

обеспечения конкурентоспособности и экономической безопасности национальной экономики.

## **2. Факторы риска конкурентоспособности при вхождении России в глобальные процессы в формате ВТО**

Правомерность подхода к анализу рисков присоединения к ВТО, пожалуй, любого нового члена организации на основе оценки изменения конкурентоспособности страны как интегрирующей базовые характеристики ее социально-экономической защищенности (по существу, экономической безопасности) разделяется многими специалистами в стране и за рубежом<sup>1</sup>.

Суть этого подхода заключается в оценке тех возможных изменений, которые несут национальной конкурентоспособности новые экономические процессы на основе *форматов ВТО и улучшающие или наоборот снижающие уровень конкурентоспособности национальной экономики и ее участников на фоне глобальных процессов.*

Участники ежегодных Всемирных экономических форумов рассматривают национальную конкурентоспособность как набор факторов, принципов и институтов, которые определяют уровень производительности данной страны. Повышение производительности, означающее более эффективное использование существующих факторов и ресурсов, является движущей силой повышения прибыльности (увеличения нормы окупаемости) инвестиций, которая, в свою очередь, определяет совокупные темпы роста экономики. Таким образом, более конкурентоспособной будет та экономика, которая с высокой вероятностью будет расти быстрее в среднесрочной и долгосрочной перспективе, т. е. с более высоким потенциалом экономического роста.

Принятая в международной практике и уже хорошо себя зарекомендовавшая методика определения глобальной конкурентоспособности, опирающейся на совокупную производительность, представляет, на наш взгляд, убедительную альтернативу представлению о том, что конкурентоспособность нацелена на более эффективную экспортную деятельность, которая оценивается, к примеру, по увеличению долей рынка.

Введенный в 2004 году и в последующем уточненный индекс глобальной конкурентоспособности в его нынешней форме учитывает многообразие факторов, влияющих на конкурентоспособность и производительность, одновременно выступающих в качестве факторов образования рисков ослабления конкурентоспособности национальной экономики. Эти факторы после анализа (больше, чем 30 параметров) принято группировать в следующие двенадцать сводных показателей:

1. Уровень институционального развития (Institutions).
2. Уровень развития инфраструктуры (Infrastructure).
3. Макроэкономическая стабильность (Macroeconomic stability).
4. Уровень развития здравоохранения и начального образования (Health and primary education).
5. Среднее и высшее образование и профессиональная подготовка (Higher education and training).
6. Эффективность рыночных механизмов (Market efficiency).
7. Эффективность рынка труда (Labor market efficiency).
8. Развитость финансового рынка (Financial market sophistication).

---

<sup>1</sup> Возможно выделение многих разнообразных факторов риска присоединения России к ВТО по отраслям, регионам, во временном и социальном измерении. Их более полный анализ потребует использования более сложных моделей анализа, обширной информационной основы и широкой квалификации исследователей. Вместе с этим показатели конкурентоспособности, впитывающие много характеристик и качеств экономики, могут дать ответы на принципиальные вопросы анализа рисков вхождения российской экономики в относительно новый формат международных экономических отношений.



9. Технологическая готовность (Technological readiness).
10. Размер рынка (Market size).
11. Уровень развития бизнес-процессов (Business sophistication).
12. Инновационная деятельность (Innovation).

Эти сводные показатели, а также факторы, которые в них учитываются, были выбраны, исходя из результатов последних теоретических и эмпирических исследований. *Важно отметить, что ни один из этих факторов сам по себе не может обеспечить конкурентоспособность экономической системы.*

Таким образом, хотя все двенадцать сводных показателей имеют определенное значение для всех стран, важность каждого из них зависит от конкретного этапа развития, на котором находится экономика страны.

Для того чтобы учесть особенности развития стран, сводные показатели организованы в три субиндекса, каждый из которых имеет критическое значение для определенного этапа развития.

Таблица 1

### Группы субиндексов факторов развития экономик стран мира

Этапы развития национальной экономики	Группы субиндексов		
	Базовые требования	Факторы повышения эффективности	Инновации и развитость бизнес-процессов
1. Развитие за счет факторов производства, %	60	35	5
2. Развитие за счет повышения эффективности, %	40	50	10
3. Развитие за счет инновационной деятельности, %	20	50	30

Субиндекс *базовых требований (basic requirements)* объединяет сводные показатели, имеющие самое большое значение для стран, *развивающихся за счет факторов производства*. Субиндекс *факторов повышения эффективности (efficiency enhancers)* объединяет сводные показатели, которые являются критическими для стран, *развивающихся за счет повышения эффективности*. И, наконец, субиндекс *инновационных факторов и факторов уровня развития бизнес-процессов (innovation and sophistication factors)* включает сводные показатели, имеющие решающее значение для стран, *развивающихся за счет инновационной деятельности*.

Основное распределение стран по группам ведется по показателю дохода на душу населения. Конкурентоспособность ведущих стран мира характеризуется 3-й группой субиндексов инновационных факторов. В докладе представлены сводные показатели стабильности роста конкурентоспособности.

**Пороговые значения подушевых доходов, используемые для отнесения входящих в выборку стран к различным этапам развития**

Этап развития	ВВП на душу населения (в долларах США)
Этап 1: Развитие за счет факторов производства	< 2 000
Переход от 1-го этапа ко 2-му	2 000– 000
Этап 2: Развитие за счет повышения эффективности	3 000–9 000
Переход от 2-го этапа ко 3-му	9 000–17 000
Этап 3: Развитие за счет инновационной деятельности	> 17 000

Направления сравнительного анализа показателей конкурентоспособности национальных экономик по группам стран, по факторам конкурентных преимуществ и факторам конкурентных слабостей (факторы конкурентных рисков):

1. Группа первых десяти стран по конкурентоспособности (2010 г.).
2. Группа стран Г-8.
3. Группа стран Г-20.
4. Группа стран БРИКС.

В итоге сопоставления показателей *десяти лидирующих стран по конкурентоспособности* были выделены четыре из них, совпадающие по знаку роста у всей группы, такие как:

- уровень институционального развития (Institutions);
- уровень развития инфраструктуры (Infrastructure);
- технологическая готовность (Technological readiness);
- уровень развития бизнес-процессов (Business sophistication),

которые можно в определенной мере назвать *показателями стабильности или качества, отражающими высокий уровень конкурентоспособности ведущих стран.*

Страны БРИКС в период кризиса показали разнонаправленные тенденции своего развития. В то время как Бразилия, Индия, Южная Африка и Китай почти безболезненно перенесли кризис, даже способствовали подъему мировой экономики и улучшили показатели своей конкурентоспособности: Бразилия – на восемь пунктов (56-е место), Индия (49-е место) и Китай – на один пункт (29-е место), Россия (63-е место) опустилась на двенадцать мест ниже по сравнению с прошлым годом – это самый худший показатель среди стран – членов «Группы двадцати». Бразилия, Индия и Китай имеют развитые финансовые рынки, впечатляющие макроэкономические показатели, особенно в Бразилии и Китае, большие размеры внутренних рынков. Но эти страны нуждаются в дальнейшем совершенствовании своих институтов, инфраструктуры, условий для внедрения инноваций и являются *наиболее вероятными конкурентами России на мировом рынке при переходе из второй к третьей группе инновационного роста.*

Высокие темпы экономического роста позволили Китаю в очень короткий исторический период (за три года) перейти от первой фазы развития за счет роста факторов производства ко второму этапу – росту за счет повышения эффективности, и это само по себе ставит перед Китаем новые вызовы – поддерживать темпы роста на уровне не ниже 8 % с тем, чтобы предупредить рост безработицы и не допустить социального взрыва. Противоречивы и показатели Индии, с одной стороны, страна имеет одни из лучших университетов в мире, с другой – 42 % населения живет на сумму, меньшую, чем 1,25 доллара в день. Страна располагает совершенной системой

научных и бизнес-кластеров, но в то же время система здравоохранения и начального образования развиты слабо (101 место). Показатели России будут рассмотрены отдельно.

Южная Африка занимает 45-место и остается наиболее конкурентоспособной страной в Африке. К её сильным сторонам относятся: размер рынков, защита интеллектуальной собственности, подотчетность правительственных институтов, высокий уровень доверия к финансовому рынку, развитость бизнеса, восприимчивость к инновациям, хорошо развитая система научных институтов. Страна нуждается в совершенствовании рынка труда и существенном улучшении инфраструктуры, хотя по меркам Африки она достаточно развита.

Интерес представляет не только текущее положение первой десятки стран и группы БРИКС, но и *анализ динамики показателей конкурентоспособности стран-членов «Группы 20»*. Нами выделены показатели, которые характеризуются как либо достаточно низкие, либо ухудшающиеся в последние годы и являются типичными для этой группы стран. Они не отвечают тенденциям роста конкурентоспособности и выступают в качестве наиболее вероятных факторов угроз образования рисков.

Таблица 3

**Глобальный индекс конкурентоспособности группы стран «Г-20»**

Страна	Место	Индекс 2009–2010	Место в 2008–2009	Изменение места
США	2	5,59	1	- 1
Германия	7	5,37	7	0
Япония	8	5,37	9	+ 1
Канада	9	5,33	10	+ 1
Великобритания	13	5,19	12	- 1
Австралия	15	5,15	18	+ 3
Франция	16	5,13	16	0
Ю.Корея	19	5,0	13	- 6
Сауд. Аравия	28	4,75	27	- 1
КНР	29	4,74	30	+ 1
Ю. Африка	45	4,34	45	0
Италия	48	4,31	49	+ 1
Индия	49	4,3	50	+ 1
Индонезия	54	4,26	55	+ 1
Бразилия	56	4,23	64	+ 8
Мексика	60	4,19	60	0
Турция	61	4,16	63	+ 2
Россия	63	4,15	51	- 12
Аргентина	85	3,91	88	+ 3

Сравнительное сопоставление отрицательной динамики показателей конкурентоспособности группы стран «Г-20» показало, что можно увидеть, что некоторые из этих показателей повторяются у 50 % стран и более. Тем самым можно говорить о систематических факторных «слабостях» этих стран с точки зрения оценки их конкурентоспособности, и это те параметры (и целевые установки), по которым Россия может иметь конкурентные преимущества в случае устранения этих факторов риска. Такими показателями стали: уровень развития институтов государства (показатель 1), развитость рынка труда (показатель 7), уровень инновационности (показатель 12).

Рассмотрим содержательную сторону этих сводных показателей для возможного выбора методов регулирования указанных факторов рисков как наиболее существенных в укреплении конкурентоспособности российской экономики.

Под *уровнем институционального развития* понимается система правил, определяющая стимулы и способы взаимодействия хозяйствующих субъектов в экономике. Институциональная система очень сильно влияет на конкурентоспособность и экономический рост. Именно она определяет то, как общество распределяет различные блага и несет расходы, связанные с разработкой стратегий, подходов и принципов, и влияет на инвестиционные решения и организацию производства. Известно, что институциональные системы больше противостоят изменениям в краткосрочной перспективе, поскольку институциональные реформы часто затрагивают устоявшееся поведение людей. Фундаментальное значение имеет вопрос о том, должно ли государство нести ответственность за население и частные компании.

Для оценки уровня институционального развития используются следующие критерии:

- уважение прав собственности;
- этика функционирования государственных органов и распространенность коррупции;
- независимость судебной системы и протекционизм в решениях правительственных чиновников;
- неэффективность государственных механизмов управления, что отражается в потерях государственных ресурсов и тяжелом бремени регулирования;
- способность обеспечивать условия для хозяйственной деятельности, характеризующиеся адекватным уровнем общественной безопасности, в том числе издержки компаний, связанные с преступностью и насилием, надежность полицейских услуг;
- корпоративная этика, подотчетность органов управления компаниям и др.

Следующий показатель – *эффективность рынка труда* является критическим фактором в создании условий для рационального использования рабочих и для получения наибольшей от них отдачи при наличии правильных стимулов. Рынок труда должен позволять гибко и недорого переориентировать работников с одного вида экономической активности на другой и позволять осуществлять изменения заработной платы без больших социальных проблем.

Рынок труда также должен предлагать совершенно прозрачную зависимость между стимулами и результатами труда, создавать условия для наилучшего использования талантливых работников, что в том числе предполагает полное гендерное равенство. Рынок труда оценивается с учетом таких критериев, как: методы найма и увольнения работников, гибкость в определении заработной платы, уровень сотрудничества в отношениях между работником и работодателем, степени доверия к профессиональному управлению, «утечка мозгов», занятость женщин в частном секторе.

Двенадцатый сводный показатель – *инновационная деятельность* – имеет особенно большое значение для стран, достигших переднего края высоких технологий, поскольку это единственный самоподдерживающийся фактор роста. В то время как

менее продвинутые страны все же могут повышать свою производительность, внедряя существующие технологии или добиваясь постепенных улучшений в других областях, для стран, достигших инновационного этапа в своем развитии, этого уже недостаточно для повышения производительности. В таких странах фирмы должны разрабатывать самые передовые продукты и процессы для того, чтобы удерживать свои конкурентные преимущества.

В частности, это означает достаточные инвестиции коммерческих предприятий в исследования и разработки, высокое качество научно-исследовательских учреждений, сотрудничество в области научных исследований между университетами и отраслями экономики, а также защита интеллектуальной собственности.

Сравним факторы снижения конкурентоспособности России и других стран.

Для группы стран первой десятки их конкурентные преимущества:

- уровень развития институтов государства (показатель 1);
- развитость рынка труда (показатель 7);
- уровень инновационности (показатель 12).

Для стран группы «Г-8» показателями качества конкурентоспособности, присущими ведущим странам, являются следующие:

- уровень развития институтов государства (Institutions);
- уровень развития инфраструктуры (Infrastructure);
- технологическая готовность (Technological readiness);
- уровень развития бизнес-процессов (Business sophistication).

Заметим, что эти показатели характеризуют 2-ю и 3-ю группы субиндексов 3-го уровня, могут быть взяты за основу при анализе показателей конкурентоспособности и выборе приоритетов роста экономики России.

С учетом изложенных соображений дадим ответы на вопросы, поставленные в начале доклада (напомним их):

1. Почему столько разнонаправленных прогнозов и оценок?
2. Есть ли научная основа для прогноза?
3. Кто виноват, и что делать в отношении рисков, опасностей и угроз?
4. Есть ли ресурс для реализации?
5. Почему так трудно это делать?
6. Осталось ли время для разгона и если есть, то сколько?

Ответы коротко можно свести к следующему:

1. Ответ сводится к тому, что анализируются отдельные функциональные факторы образования рисков, а не их взаимосвязные проявления.

2. Отвечая на второй вопрос, можно констатировать, что до настоящего времени не сложилось удовлетворительного научного подхода для прогнозирования, учитывающего грядущее цивилизационное преобразование. Эти вопросы не теряют, а увеличивают свою актуальность.

3. Отвечая на вопрос, кто виноват, как всегда по российской традиции, виноват мятущийся и сомневающийся ученый, но на самом деле отсутствуют механизмы формирования систем управления рисками (СУР) и обеспечения экономической безопасности (ЭБ) с указанием процессности, ресурсности, ответственности и коррекции принимаемых стратегических решений.

4. Ресурс реализации мер по предупреждению рисков конкурентоспособности экономики страны заключается в наличии политической воли и ответственности политических элит (пока весьма слабых), огромной и пока неудовлетворенной потребности населения в изменениях и мощной сохраняющейся пассионарной традиции российской государственности.

5. Трудности реализации связаны с упомянутой слабостью политических элит, низкой культурой экономических элит, недостаточной квалификацией и численностью специалистов по анализу процессов социально-экономического роста на перспективу, как следствие – отставание в формировании систем управления рисками на государственном уровне.

Таким образом, результат от вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО) будет очевиден не «в короткой перспективе», а через 5–10 лет и будет определяться результатами укрепления конкурентоспособности ее экономики. Об этом заявил премьер-министр РФ Дмитрий Медведев в ходе форума «Антиконтрафакт-2012». Он подчеркнул, что «никто никогда и не утверждал, что вступление в ВТО – это «эпоха всеобщего счастья». Последствия в разных сферах экономики будут разной полярности: как со знаком «плюс», так и со знаком «минус». «...Однако в глобальном плане через определенное количество лет мы, безусловно, выиграем, просто потому, что мы приведем свои институты в соответствие с тем, как работают аналогичные институты в других странах», – заметил премьер. ВТО – не панацея от всех бед, это набор инструментов, которыми следует правильно распорядиться, в том числе для того чтобы сделать собственный рынок более прозрачным и более цивилизованным.

#### Литература

1. Капица, С. П. Синергетика и прогнозы будущего, С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – М.: Наука, 1997, 288 с.
2. Бек, У. Общество риска; пер. с нем. В. Седельника и Н. Федоровой; послесл. А. Филиппова.– М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 384 с.
3. Материалы Всемирного экономического форума. Давос, Швейцария, январь 2010 года. Рабочий перевод. – М.: НИИ СП, 2010. – 87 с.
4. Авдийский В. И. Риски хозяйствующих субъектов / В. И. Авдийский, В. М. Безденежных – М.: Альфа-М, 2013.
5. Глазьев, С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. – М.: ВладДар, 1993.
6. Владимиров, В. А. Управление риском / В. А. Владимиров, Ю. Л. Воробьев, Г. Г. Малинецкий и [др.]. – М.: Наука, 2000.
7. Main Science and Technology Indicators. – Paris: OECD, 1996. N 1.

**В. А. Нечаев**

*(ФБОУ ВПО «Московская государственная академия  
водного транспорта», г. Москва, Россия)*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МОРСКИХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Разработаны универсальные для целого класса морских подвижных объектов принципы и методы управления, основанные на прогнозировании объектов в ускоренном масштабе времени.

Получены математические модели динамики сейсмографной косы, кабель-тросов магнитометров и буксируемого подводного аппарата, буровой колонны. Доказана однозначная разрешимость уравнений моделей. Разработаны и реализованы на ЦВМ алгоритмы решения полученных уравнений. По результатам натурных испытаний произведена структурная и параметрическая идентификация моделей.

Определены математические модели судов-буксиров, буровых судов и буксируемых подводных аппаратов, позволяющих учесть влияние буксирующих и буксируемых элементов МПО. Получены методики расчета параметров в зависимости от характеристик сейсмографной косы, кабель-тросов, буровой колонны и условий эксплуатации. Произведена линеаризация моделей для режимов стабилизации на траектории и в точке.

Разработаны и реализованы на ЦВМ алгоритмы координатного оценивания векторов состояния МПО, произведено исследование качества его функционирования в зависимости от настраиваемых параметров. Для восстановления вектора состояния буксируемого подводного аппарата использован наблюдатель Люенбергера. Произведен анализ качества восстановления вектора состояния в условиях изменяющихся внешних воздействий.

Получены выражения для алгоритмов оперативной идентификации моделей судна-буксира, бурового судна и буксируемого подводного аппарата. Алгоритмы параметрической идентификации реализованы на ЦВМ. Доказана работоспособность полученных алгоритмов в широком диапазоне изменения динамических характеристик МПО. Определены оптимальное значение коэффициентов, регулирующих скорость сходимости алгоритмов.

Доказано, что эффективным способом решения задач управления МПО в соответствии с программой исследовательских и добычных работ на море при неконтролируемых возмущениях и нестационарных характеристиках МПО является метод управления с прогнозированием на самонастраивающейся модели объекта. Разработаны теоретические аспекты метода.

Произведена формализация задач управления МПО. Введены критерии качества, обеспечивающие точное и достаточное для качественной работы научно-исследовательского и бурового оборудования управление. На основании использования метода динамического прогнозирования получены алгоритмы отыскания оптимальных управлений на интервале прогнозирования.

Показана возможность предоставления судоводителю оперативной информации о будущем положении МПО и обеспечения тем самым безопасности выполнения морских работ за счет прогнозирования движения МПО на модели при условии воздействия на нее в течение интервала прогноза эквивалента оптимальной последовательности управлений.

Разработаны программы расчета динамических характеристик, фильтрации навигационной информации, оперативной идентификации, оптимизации и прогнозирования на ЦВМ. Определены требования к вычислительным средствам систем управления и тренажерных комплексов для реализации разработанных программ. Доказана возможность непосредственного использования разработанных алгоритмов на МПО и в составе тренажерного комплекса.

Разработан и реализован алгоритм, получены расчетные соотношения для оптимальной ориентации бурового судна с учетом характера и особенностей внешних возмущений, позволяющий обеспечить снижение влияния внешних возмущений и экономии ресурса подруливающих устройств. Определена потребная установочная мощность активных средств управления.

Произведено исследование функционирования синтезированных систем управления МПО на цифровом моделирующем комплексе в условиях разнообразных внешних возмущений. Результаты моделирования и натурные испытания подтвердили целесообразность их применения для решения задач управления МПО.

Разработана и реализована структурная схема тренажерного комплекса подготовки операторов МПО, использующая разработанные математические модели, алгоритмы координатного и параметрического оценивания, оптимизации и прогнозирования.

Разработаны алгоритмы реализации модели обучающей системы тренажера, позволяющие производить отработку навыков управления движением МПО и автоматизировать процесс целенаправленного обучения.

Разработаны и изготовлены действующие образцы систем управления и тренажерных комплексов. Произведен комплекс лабораторных и морских испытаний, подтверждающий правильность полученных в процессе теоретических и экспериментальных исследований результатов.

**А. Г. Проватар**

*(Каспийский институт морского и речного транспорта филиала  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ», г. Астрахань, Россия)*

## **ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА**

Актуальность проблемы обеспечения безопасности судоходства на морском и речном транспорте имеет не только большое межрегиональное значение, но и международное в связи с вступлением РФ в ВТО, что в дальнейшем повлечет к открытию ВВП для иностранного флота. По своему содержанию эта проблема достаточно сложная и многоуровневая, связана с большими экономическими потерями, вызванными аварийностью. На речном и морском транспорте функционирует система мер предупреждения аварийных случаев и снижения тяжести их последствий. Но, тем не менее, сложность и масштабы судоходства в наше время по районам плавания и режиму эксплуатации год от года заставляют предъявлять жесткие требования к данной системе, что в свою очередь требует ее совершенствования.

В связи с различными административными реформами, которые проводили в РФ за последние годы на морском и речном транспорте, произошел ряд изменений в структуре органов надзора за безопасностью судоходства и мореплавания, например в 2006 году в связи с принятием нового «Водного кодекса» появились бассейновые управления государственного надзора на внутреннем водном транспорте, а также служба госморречнадзора в составе ространснадзора.

Реформирование повлекло за собой изменение функций надзора и расширение сферы деятельности управления за счет присоединения дополнительных функций, что, в свою очередь, повлекло к ослаблению контроля надзорных органов.

Безопасность судоходства представляет собой некий комплекс мероприятий, который должен обеспечивать надежность транспортного процесса. Аварийность на флоте приносит немалый материальный и моральный ущерб отрасли, способствует дезорганизации всего транспортного процесса. Нарушается график движения флота, суда вынуждено выводятся из эксплуатации в самый разгар навигации, а как следствие, снижается и грузооборот, отвлекаются технические средства на ликвидацию последствий аварии, увеличиваются финансовые расходы судоходных компаний.

Также не в пользу безопасности судоходства и интересов судовладельцев выступает еще ряд факторов, которые за последние 5 лет в нижневолжском регионе имеют тенденцию к развитию на речном транспорте:

1. Сократилась протяженность эксплуатируемых водных путей
2. Резко ухудшились технические характеристики внутренних водных путей в результате серьезного сокращения объемов дноуглубительных работ.
3. Уменьшилась протяженность судовых путей с гарантированными глубинами.
4. Сократилась протяженность путей, оборудованных знаками навигационной обстановки, в том числе с освещающими и светоотражающими знаками, обеспечивающими круглосуточное плавание судов.
5. В связи с сокращением объема пассажирских перевозок и закрытием речных пассажирских линий количество причалов уменьшилось.
6. В речных портах производственные мощности используются на 50–60 % из-за снижения спроса на перевозки грузов речным транспортом.

Также один из факторов – снижение управляемости процессами, обеспечивающими безопасность судоходства, связан с акционированием и приватизацией эксплуатационных предприятий речного транспорта, что привело к появлению множества собственников флота с разной материально-технической базой, имеющих на своем балансе от нескольких единиц флота до сотни различных судов с разными технико-эксплуатационными и техническими характеристиками. В данной ситуации происходит снижение внимания владельцев судов к вопросам



безопасности судоходства: уменьшилось выделение средств на ремонт флота, приобретение и установку современного навигационно-штурманского оборудования, получение путевой информации; сокращаются в судоходных компаниях структуры, обеспечивающие безопасность плавания, отсутствие спецлоции на затруднительных участках, а также капитанов-Наставников, оказывающих практическую помощь экипажам судов, что в дальнейшем приводит к возникновению аварийных ситуаций.

Сокращение бюджетного финансирования на содержание ВВП привело к снижению объема путевых работ по поддержанию необходимых для безопасного плавания габаритов судового хода, плавучей и береговой обстановки, снятия ее на малых реках, что привело к существенному сокращению времени работы флота в течение суток.

Все факторы, оказывающие негативное воздействие на безопасность судоходства, можно условно разделить на две группы: объективные и субъективные. Объективные причины обусловлены влиянием внешней среды на транспортный процесс. Ко второй группе относятся участники движения по внутренним водным путям. Они являются причиной большинства происшествий и связаны с «человеческим фактором».

Согласно данным Госморречнадзора за навигации 2011–2012 г. зарегистрировано 72 аварии на водном транспорте.

Основные причины аварий:

– невыполнение судоводителями общепринятых приёмов и способов управления судном;

– неправильная организация ходовой навигационной вахты;

– нарушения правил МППСС-72;

– нарушения правил пожарной безопасности;

– большой возраст судов;

– неисправность судового оборудования и спасательных средств.

Все вышеперечисленные нарушения связаны с некачественной подготовкой экипажей судов и значительным возрастом эксплуатируемых судов.

Данную проблему необходимо рассматривать с начальной ступени подготовки судоводителей. Если взять учебные планы судовождения, составленные на основании стандартов для СПО, то мы можем наблюдать, что времени, выделяемого на спец. дисциплины, не хватает для качественной подготовки будущих штурманов, например:

1. Навигация, навигационная гидрометеорология и лоция (Гидрометеорологическое обеспечение судовождения) – 90 часов за весь курс обучения.

2. Общая лоция внутренних водных путей РФ – 48 часов за весь курс обучения.

3. Маневрирование и управление судном – 90 часов за весь курс обучения.

Также большое значение имеет и оснащение аудиторий, в которых ведется обучение. Большинство аудиторий имеет устаревшее оборудование, которое сняли с эксплуатации несколько лет назад, а для его замены необходимы немалые средства, которых, к сожалению, нет у учебных заведений, ну и, конечно, наличие собственного учебного флота.

Следующей ступенью вышеупомянутой проблемы является повышение квалификации штурманского состава. Согласно международной конвенции ПДМНВ 78\95\2011 после получения рабочего диплома «вахтенного помощника капитана» следующая проверка знаний с целью повышения и получения диплома «старшего помощника капитана» должна происходить при наличии не менее 18 месяцев подтвержденного стажа в должности «вахтенного помощника капитана», а конвенционные документы, такие как НБЖС, диплом ГМССБ, и другие свидетельства подготовки выдаются сроком на 5 лет, и только по истечению этого срока при продлении документов моряки проходят повторное обучение и проверку знаний. Конечно, судовладельцы проводят семинары для своего плавсостава с целью

повышения квалификации, но это остается на усмотрение судовладельцев и никак не контролируется надзорными органами.

И еще одна немаловажная часть этой проблемы – это большой возраст судов и, как следствие, морально устаревшее судовое оборудование. Конечно, со стороны надзорных органов ведется постоянный контроль и мониторинг соответствия судов и его оборудования международным конвенциям, но этого не всегда бывает достаточно для предотвращения аварий.

Подводя итог всему вышесказанному, считаю, что к проблеме безопасности судоходства следует подходить комплексно, начиная с квалифицированной подготовки плавсостава, увеличивая объемы часов на прохождение спец. дисциплин, оснащения аудиторий современным оборудованием для обучения в соответствии с современными нормами и стандартами, а также укомплектование учебных заведений, готовящих кадры для флота собственным учебным флотом, чтобы студенты и курсанты могли самостоятельно отрабатывать навыки, полученные при теоретическом обучении. Также необходимо учитывать и повышение квалификации судоводителей в связи с усовершенствованием процессов судовождения, основываясь на опыте работы своих коллег и представителей надзорных организаций как минимум два раза за навигацию, ну и серьезной проблемой остается обновление флота, хотя в последнее время наблюдается тенденция загруженности производственных мощностей судостроительных заводов, но, к сожалению, 70 % из всех заказов – иностранные компании.

**А. Б. Васильева**

*(Государственный университет морского и речного флота  
им. адм. С. О. Макарова, г. Санкт-Петербург, Россия)*

### **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛАВНЫХ РАЗМЕРЕНИЙ СУДНА НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ В ОГРАНИЧЕННОМ ФАРВАТЕРЕ**

*В работе представлены результаты сравнительной оценки буксировочного сопротивления серии судов, различающихся отношением ширины к осадке, движущихся на плоском мелководье постоянной глубины.*

Снижение объемов дноуглубительных работ и обусловленное этим уменьшение гарантированных глубин в межливневый период [1] не позволяет использовать существующий флот при полной загрузке в период всей навигации. Решением проблемы могло бы быть уменьшение осадки судна при неизменном водоизмещении.

*Постановка задачи.* Выполнение условия постоянства водоизмещения при уменьшении проектной осадки судна требует одновременно с уменьшением осадки увеличивать в равной степени ширину судна. Такое изменение главных размерений неизбежно вызовет рост буксировочного сопротивления. Однако удаление днища судна от ложа реки, обусловленное уменьшением осадки, должно привести к его снижению.

Целью настоящей работы было расчетное определение скорости хода судна в условиях мелководья, обусловленное изменением буксировочного сопротивления судов с разным соотношением  $B/T$ .

*Описание математической модели.* Для расчетов был составлен ряд судов. Главные размерения исходного ряда судов приведены в табл. 1.

Форма обводов корпусов выбранного ряда судов была одинаковой и соответствовала обводам корпуса судна-прототипа.

В качестве прототипа было выбрано речное судно пр. 573 грузоподъемностью 1000 т с характерными для речных судов формами обводов: для носовых обводов – «глубокая ложка» и «сани» – для кормовых обводов.

Таблица 1

**Главные размерения исходного ряда судов**

Водоизмещение ( $W$ ), м <sup>3</sup>	1 446,9	2 626,2	3 721,9	4 766,6
Длина ( $L$ ), м	74,4	92,9	105,7	115,9
Ширина ( $B$ ), м	11,4	13,7	15,3	16,6
Осадка ( $T$ ), м	2,2	2,6	2,9	3,1
Площадь смоченной поверхности ( $\Omega$ ), м <sup>2</sup>	933,6	1 406,1	1 78,9	2 118,2

Таблица 2

**Главные размерения судна-прототипа**

Длина, $L_{квл}$ , м	79,35
Ширина, $B_{квл}$ , м	11,0
Осадка, $T_{квл}$ , м	2,2
Водоизмещение, $W$ , м <sup>3</sup>	1 450
Отношение $B/T$	4,88

На судне установлены два двигателя мощностью по 237,56 кВт каждый, обеспечивающие вращение винтов с частотой 412 об/мин.

Судно было оборудовано двумя гребными винтами фиксированного шага диаметром 1,4 м. Шаг винтов был равен  $H = 1,66$  м.

Для выбранного судна имелись данные испытаний по определению полного буксировочного сопротивления.

Для каждого судна из исходного ряда судов варьировалось  $B/T$  – отношение ширины судна к осадке.

Всего было рассмотрено 24 варианта судна, при значениях осадки, изменяющихся в пределах от исходной до половины исходной величины.

Значения осадок для судов различного водоизмещения приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Значения осадок для судов различной грузоподъемности**

Осадка, м		Водоизмещение, м <sup>3</sup>			
		1 446,9	2 626,2	3 721,9	4 766,6
Осадка, м	Исходная осадка, $T_{исх.}$	2,30	2,60	2,90	3,20
	0,9 $T_{исх.}$	2,07	2,34	2,61	2,88
	0,8 $T_{исх.}$	1,84	2,08	2,32	2,56
	0,7 $T_{исх.}$	1,61	1,82	2,03	2,24
	0,6 $T_{исх.}$	1,38	1,56	1,74	1,92
	0,5 $T_{исх.}$	1,15	1,30	1,45	1,60

Глубина акватории соответствовала минимально возможной для судна заданного водоизмещения и сохранялась неизменной при изменении осадки.

### Методика проведения расчетов

Расчет скорости хода судна выполнялся в следующей последовательности:

1. Определялось буксировочное сопротивление судна на тихой глубокой воде.
2. Рассчитывалось буксировочное сопротивление судна в условиях мелководья.
3. Рассчитывалась скорость хода судов в условиях глубокой воды и мелководья.

### Расчет буксировочного сопротивления судна на тихой глубокой воде

В основу методики расчета буксировочного сопротивления судна положен принцип малости остаточного сопротивления речных судов в условиях тихой глубокой воды [2].

Основываясь на этом принципе, рассчитанное безразмерное остаточное сопротивление судна-прототипа на тихой глубокой воде полагалось неизменным для судов всего ряда.

Остаточное сопротивление определялось как разность между полным сопротивлением и сопротивлением трения в соответствии с существующей методикой [2]. Безразмерное остаточное сопротивление рассчитывалось по формуле:

$$C_{x\text{ост}} = \frac{X_{\text{ост}}}{0,5 \cdot \rho V^2 \cdot \Omega},$$

где  $\rho$  – плотность жидкости;  $V$  – расчётная скорость хода;  $\Omega$  – площадь смоченной поверхности.

Для расчета площади смоченной поверхности использовалась эмпирическая формула:

$$\Omega = W^{2/3} \cdot (5,1 + 0,074 \cdot L/T - 0,4 \cdot C_b),$$

где  $W$  – водоизмещение судна;  $L/T$  – отношение длины судна к его осадке;  $C_b$  – коэффициент общей полноты судна.

Искомое значение буксировочного сопротивления судов рассматриваемого ряда  $R_{xsh}$  рассчитывалось в зависимости от скорости хода по формуле:

$$R_{xsh} = (C_{fsh} + C_r) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot \Omega_{sh},$$

где  $C_{fsh}$  – безразмерный коэффициент сопротивления трения рассматриваемого судна;  $C_r$  – постоянный для всех судов безразмерный коэффициент остаточного сопротивления;  $\rho$  – плотность жидкости,  $\Omega_{sh}$  – площадь смоченной поверхности рассматриваемого судна.

### Расчет буксировочного сопротивления судна в условиях мелководья

Учет влияния мелководья был выполнен по методике А. Б. Карпова [3]. Согласно этой методике скорость движения судна на тихой глубокой воде заменялась условными скоростями, различными при расчёте остаточного сопротивления и сопротивления трения.

Сопротивление судна, движущегося на мелководье при глубине воды  $h$ , определялась формулой:

$$R = \left[ C_f + \Delta\zeta \right] V_1^2 + C_r V_2^2 \cdot \rho / 2\Omega,$$

где  $R$  – сопротивление судна;  $C_f$  – коэффициент сопротивления трения на тихой глубокой воде;  $C_r$  – постоянный для всех судов безразмерный коэффициент остаточного сопротивления;  $\Delta\zeta$  – добавка к сопротивлению трения, учитывающая стесненность границ потока;  $V_1, V_2$  – приведенные скорости хода;  $\rho$  – плотность жидкости;  $\Omega$  – площадь смоченной поверхности.

При расчетах ширина фарватера считалась значительно больше ширины корпуса, и величина  $\Delta\zeta$  принималась равной  $\Delta\zeta = 0$ .

Значения приведенных скоростей хода  $V_1$  и  $V_2$  рассчитывались через поправочные коэффициенты, зависящие от числа Фруда по глубине ( $F_h$ ) и отношению  $H/T$ . В графиках, используемых для расчетной оценки влияния мелководья, минимальное значение  $H/T$  составляло  $H/T=1,5$ . То же значение  $H/T$  было принято в расчётах.

#### Расчет скорости хода судов в условиях глубокой воды и мелководья

Расчет скорости хода выполнялся из условия равенства суммарной полезной тяги движителя при номинальной мощности двигателя и буксировочного сопротивления судна.

$$T_E(V) = R_x(V),$$

где  $T_E$  – суммарная полезная тяга движителя;  $R_x$  – буксировочное сопротивление судна.

#### Результаты расчета

Результаты расчета буксировочного сопротивления судов разной грузоподъемности с разным соотношением  $B/T$  в условиях тихой глубокой воды и на мелководье приведены на рис. 1,2 для одного из рассмотренных судов.

Из графика на рис. 1 следует, что с увеличением  $B/T$  сопротивление корпуса на тихой глубокой воде увеличивается, что обусловлено увеличением площади смоченной поверхности.

Из графика на рис. 2 следует, что увеличение  $B/T$  при малых скоростях хода на величину буксировочного сопротивления влияния не оказывает. При скоростях хода, превышающих 4 м/с, что соответствует числу Фруда по глубине 0,7 и больше, влияние скорости становится существенным. Причем при уменьшении осадки судна до 0,5–0,6  $T$  исходной, величина буксировочного сопротивления снижается на 30 % по сравнению с сопротивлением судна из исходного ряда.

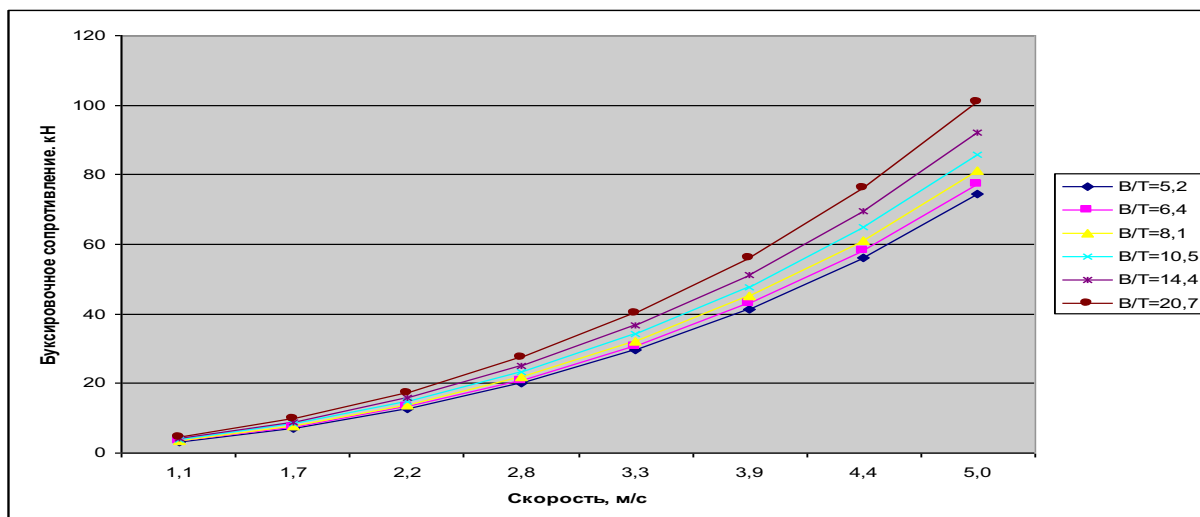


Рис. 1. Кривые буксировочного сопротивления судна с водоизмещением 4766,6 т при различных значениях  $B/T$  на тихой глубокой воде

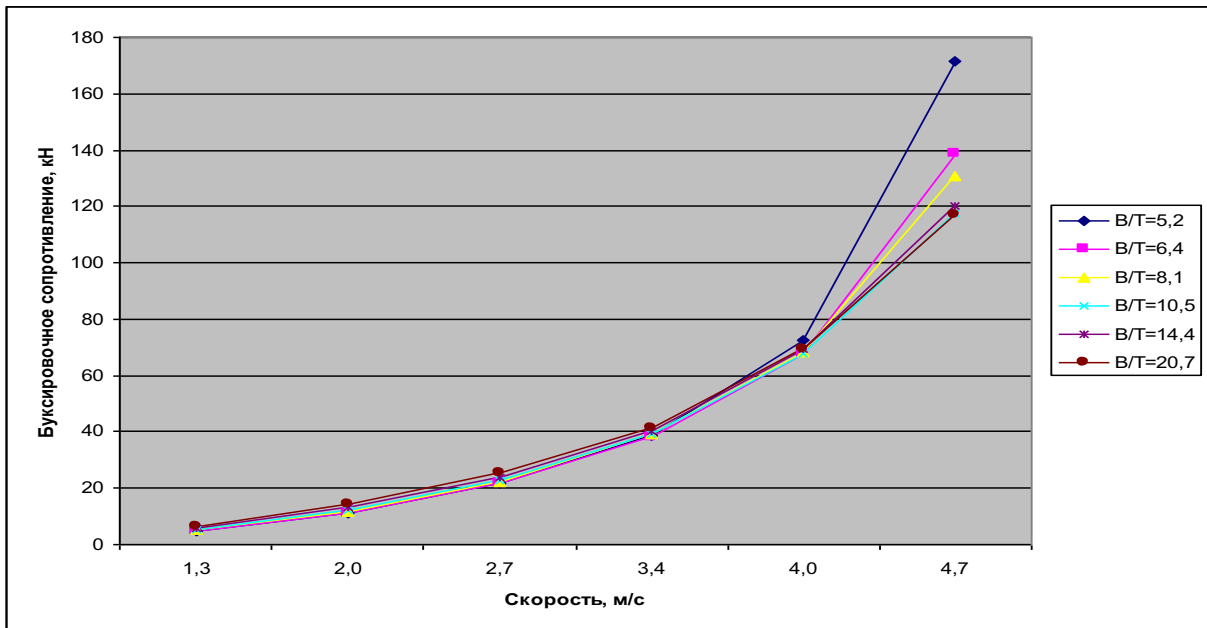


Рис. 2. Кривые буксировочного сопротивления судна с водоизмещением 4766,6 т. при различных значениях  $V/T$  на мелководье

Результаты расчёта скорости хода судов в условиях мелководья представлены на рис. 3.

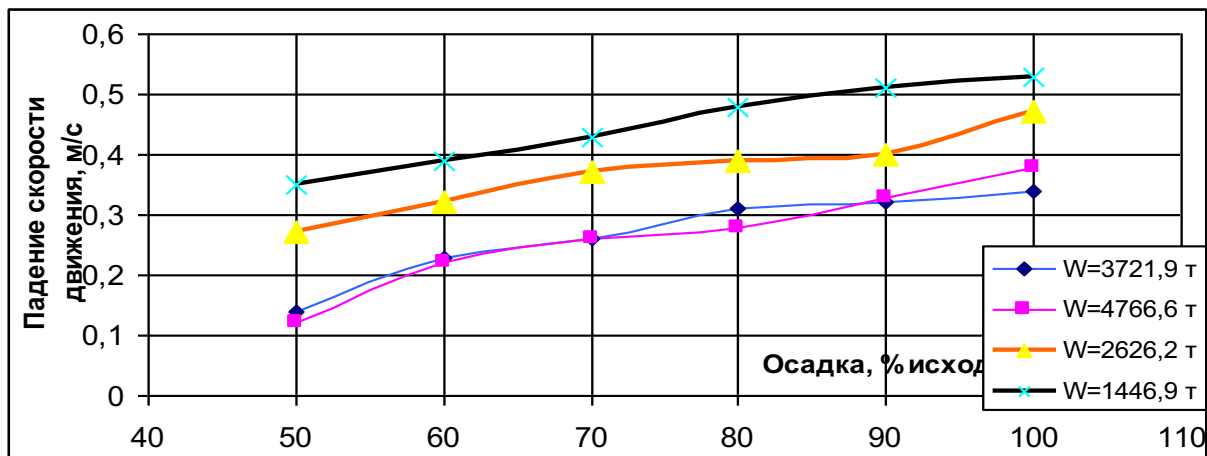


Рис. 3. Увеличение скорости хода судна при увеличении значения  $V/T$  при движении на мелководье.

На основании выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1. При уменьшении осадки и неизменном водоизмещении судна в условиях тихой глубокой воды величина буксировочного сопротивления увеличивается вследствие увеличения площади смоченной поверхности.
2. При уменьшении осадки и неизменном водоизмещении судна в условиях мелководья величина буксировочного сопротивления уменьшается вследствие удаления днища судна от ложа реки.
3. В результате влияния обоих факторов скорость хода судна с уменьшенной осадкой оказывается больше.

## Литература

1. Басин, А. М. Гидродинамика судов на мелководье / А. М. Басин, И. О. Веледницкий, А. Г. Ляховицкий. – Л.: Судостроение, 1976. – 320 с.
2. Павленко, Г. Е. Сопротивление воды движению судна. – М.: Водтрансиздат, 1953. – 507 с.
3. Русловые процессы и водные пути на реках Обского бассейна / под ред. Р. С. Чалова, Е. М. Плескевича, В. А. Баулы – Новосибирск: РИПЭЛ плюс, 2001. – 300 с.

**Т. В. Пилипенко**

*(ФБОУ ВПО «Новосибирская государственная академия водного транспорта»  
г. Новосибирск, Россия)*

### **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОГО ПОДТОПЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. НОВОСИБИРСКА В РАЙОНЕ НИЖНЕГО БЬЕФА НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПАВОДОК 2013 Г.**

Новосибирское водохранилище находится главным образом на территории Новосибирской области, немного захватывая Алтайский край. Нижний бьеф водохранилища расположен на территории города Новосибирск. Левый берег реки Оби на территории нижнего бьефа и ниже довольно высокий, а правый – пологий с широкой низкой поймой. На территории правого берега в районе нижнего бьефа реки Оби расположены Первомайский и Советский районы города Новосибирска, где проживают несколько тысяч жителей. Именно правобережная территория подвергается циклическим подтоплениям. На рис. 1 представлена гибридная модель территории, выполненная по заказу мэрии Новосибирска ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия» (ФГБОУ ВПО «СГГА»).

Как известно, все реки классифицируются по типу руслового процесса. Река Обь в районе, прилегающем к территории города Новосибирск, относится к типу руслового процесса «пойменная многорукавность». Особенностью данного типа руслового процесса является то, что во время высокого весеннего половодья пойма реки становится затопленной не только в результате непосредственного перелива воды через берега, но и в результате переполнения пойменных протоков и поднятия уровня грунтовых вод, избегая перелива воды через пойменные бровки.

По многолетним наблюдениям на реке Обь у г. Новосибирска отмечаются две волны половодья. Максимум первой волны наблюдается обычно в середине апреля – начале мая, он связан с таянием «своих» сибирских осадков, а максимум второй волны – в последней декаде июня – первой декаде июля, вызван таянием снегов и ледников Алтая. В июле начинается медленный спад уровня на реке, устанавливается летне-осенняя межень, характеризующаяся повышенным (по сравнению с естественными условиями) стоком. Спад уровней продолжается вплоть до низкой зимней межени, которая начинается в конце октября – начале ноября и продолжается до начала подъема половодья.

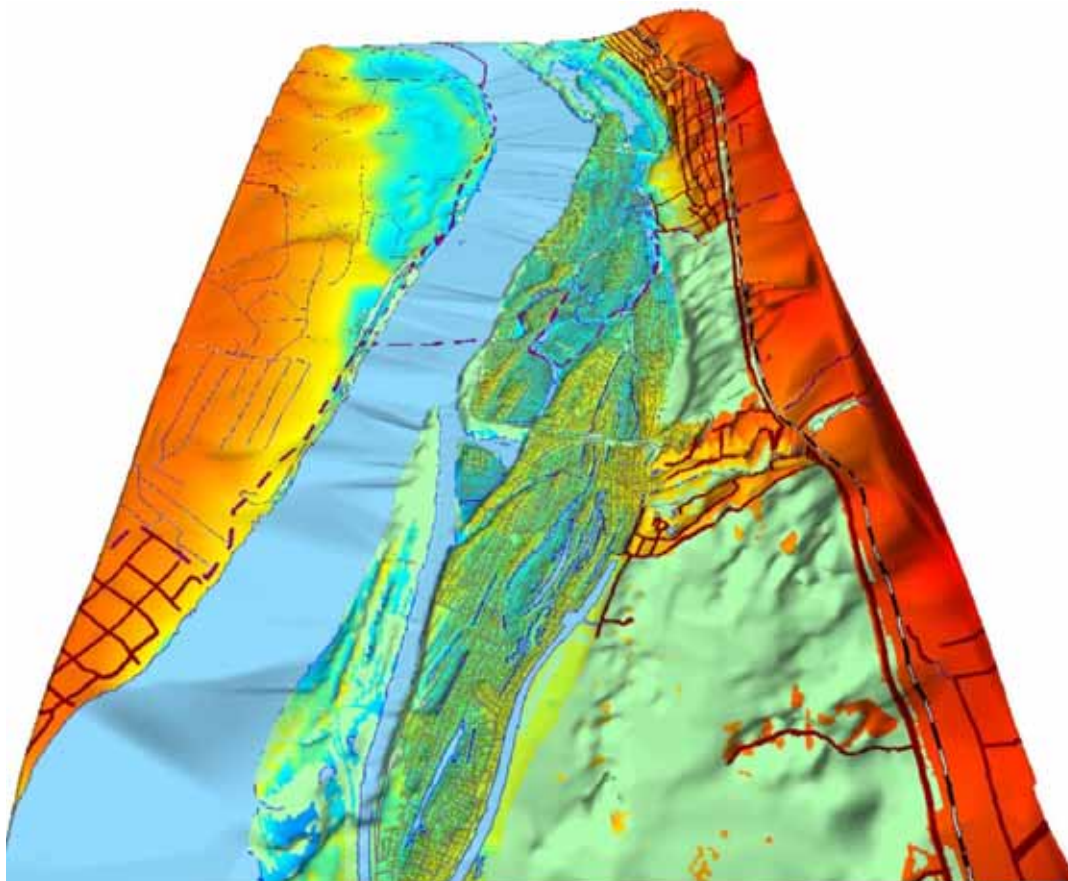


Рис. 1. Гибридная модель территории правого берега пойменной зоны реки Обь

Необходимо также отметить, что Новосибирское водохранилище является водохранилищем сезонного регулирования. Как показывают наблюдения, границы водохранилища меняются: оно «расползается» и заносится, практически превращаясь в болото (на территории Алтайского края), и тем самым уменьшается его полезная емкость. Кроме того, сбросы воды в нижний бьеф должны учитывать не только нужды энергетиков, но и такие отрасли народного хозяйства, как судоходство, водоснабжение, мелиорацию, рыбное хозяйство и т. п.

Совсем недавно, в 2009–2010 годах произошло катастрофическое затопление правобережной части города на рассматриваемой территории. Было затоплено более 1 200 коттеджных и дачных участков, автомобильные дороги и т. п. Необходимо проанализировать возможность затопления территорий в этом году и предусмотреть варианты защиты на данной территории на будущее.

На территории Новосибирской области, как и всего сибирского региона, зима 2009–2010 годов была очень холодной и сопровождалась обильными осадками. По данным метеорологов, глубина промерзания земли в данном регионе составила 3 метра. Большое количество выпавших осадков в зимний период привело к катастрофически большому объему талых вод.

В весенне-летний период 2010 г. на р. Обь наблюдались наибольшие расходы воды за последние 40 лет (рис. 2).

В результате совокупности этих факторов на территории г. Новосибирска и Новосибирской области сформировались условия затопления пойменных участков Оби и рек, принадлежащих ее бассейну



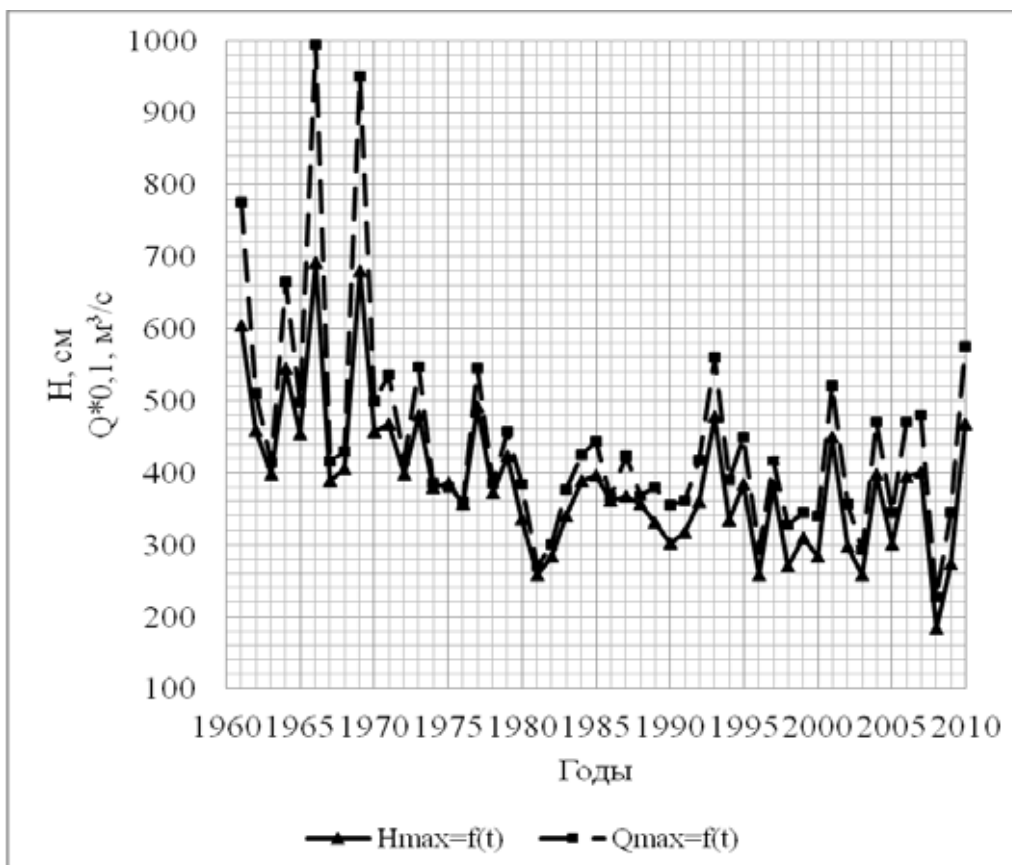


Рис. 2. Динамика максимальных уровней и расходов воды по г/п Новосибирск за 1961–2010 гг.

В осенне-зимний период 2012–2013 гг. на территории города Новосибирск и Новосибирской области выпало рекордное количество осадков, что в значительной степени может повлиять на заполнение водохранилища, сбросы из него и, как следствие, возможность затопления территории города Новосибирск.

В результате совокупности целого ряда факторов, таких как: плавное понижение температуры воздуха в осенне-зимний период 2012 года, постепенное повышение температуры воздуха весной 2013 года, отсутствие обильных ливневых осадков в апреле 2013 г. существует вероятность избежать обильного затопления и подтопления рассматриваемой территории по крайней мере во время первой волны паводка. То есть благодаря плавному понижению температуры воздуха в осенне-зимний период 2012 года вода, поступающая в виде осадков, смогла постепенно впитаться в грунт и проникнуть на довольно большую глубину, а постепенное повышение температуры воздуха весной 2013 года и отсутствие обильных ливневых осадков на данный момент времени позволяет осуществлять запланированные сбросы воды из Новосибирского водохранилища.

Необходимо отметить, что первая волна паводка всегда проходит значительно легче, так как чаша водохранилища сезонного регулирования должна быть опорожнена и, как правило, осадки весной незначительны по своему объему. Ко времени подхода второй волны паводка происходит значительное заполнение чаши водохранилища, и при этом могут выпасть обильные осадки в виде дождей (могут выпасть продолжительные ливневые осадки, а может наблюдаться минимум осадков, как в маловодный для реки Обь 2012 год, что спрогнозировать заранее невозможно).

В уже упомянутом 2010 г. максимальная разница между отметкой НПУ Новосибирского водохранилища (113, 5 м БС) и отметкой заполнения водохранилища на 05.07.2010 (113,4 м БС) составила 10 см. Поэтому в то время было принято

решение о сбросах воды из нижнего бьефа, так как вопрос о затоплении и подтоплении территорий несопоставим с размером бедствий при прорыве тела дамбы.

В настоящее время по сведениям лаборатории Верхне-Обского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов график сброса воды из нижнего бьефа на прогнозируемый летний паводковый период 2013 г. не представляет какой-либо опасности затопления урбанизированных территорий города Новосибирска. Будем надеяться на соблюдение природой своих законов, а на территории города Новосибирска, находящейся в зоне риска затопления, необходимо разработать и возвести инженерную защиту гидротехническими сооружениями.

**В. И. Сичкарёв**

(ФБОУ ВПО «Новосибирская государственная академия водного транспорта», г. Новосибирск, Россия)

### **АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ УКЛОНЕНИЯ СУДНА ОТ СБЛИЖЕНИЯ С ОПАСНОЙ ВОЛНОВОЙ ЗОНОЙ**

Некоторые задачи судовождения, связанные с движением судна по поверхности земли, имеют сложный ход решения при использовании географической системы координат и полярных координат, применяемых в собственных судовых наблюдениях. Основная причина сложностей кроется в трансцендентности получаемых соотношений.

Между тем, для решения навигационных задач локального масштаба в навигации имеется метод аналитического счисления, который по своей сути является введением прямоугольной системы координат: разность широт  $\Delta\varphi$  – отстояние  $\Delta\omega$  с сохранением некоторых свойств меркаторской проекции. Начало этой системы координат может быть расположено в любой точке географической системы координат, относительно которой будут исчисляться  $\Delta\varphi$ ,  $\Delta\omega$ , поэтому её удобно назвать относительной системой координат (ОСК).

Введение прямоугольной ОСК открывает широкие перспективы применения к задачам судовождения методов аналитической и дифференциальной геометрии, что позволяет получать аналитические решения там, где раньше судоводители традиционно пользовались графическими методами. Например, на этой основе разработаны алгоритмы и программные решения задачи расхождения с одним судном в условиях ограниченной видимости, уклонения от быстроходного судна на максимальную дистанцию, проверки выбранного по определяющей цели манёвра на безопасность расхождения по остальным целям, [1–3]. Этот же метод можно использовать и в задаче обхода судном опасной волновой зоны (ОЗ) синоптического объекта. В общем виде такая задача поставлена в [4], но тогда получить приемлемое решение этой задачи не удалось.

Основанием для её решения является компактность зоны максимума волнения (ЗМВ). В направлении по ветру максимальный радиус ЗМВ  $r = a$ , в 96 процентов случаев в 1–2 раза больше минимального. Минимальный размер ЗМВ наблюдается в ортогональном ветру направлении и в 73 % всех ЗМВ в океане составляет 2–4 градуса меридиана [5]. В морях размеры ЗМВ существенно меньше.

При обходе ОЗ необходимо учитывать ветро-волновые потери скорости судна, которые могут значительно различаться при расположении судна в разных частях относительно циклона. Поэтому удобно совместить центр ОСК с центром циклона и рассматривать движение судна относительно него.

Представим ОСК  $\Delta\varphi$ ,  $\Delta\omega$  с центром в последнем известном по картам приземного анализа месте циклона  $\zeta (\varphi_{\zeta}, \lambda_{\zeta})$  на оперативное время  $t = 0$ .

Положение судна на этот момент времени в ОСК (рисунок) определяется:

$$\Delta\varphi_c = \varphi_c - \varphi_{\psi}, \quad (1)$$

$$\Delta\lambda_c = \lambda_c - \lambda_{\psi}, \quad (2)$$

$$\varphi_{cp} = \sqrt{\Delta\varphi_c^2 + \Delta\lambda_c^2}, \quad (3)$$

$$\Delta\omega_c = \Delta\lambda_c \cdot \cos \varphi_{cp}. \quad (4)$$

По карте анализа волнения выявляется расположение и размеры ОЗ. Пусть центр опасной зоны (ЦОЗ) циклона расположен по направлению  $A_{O3}$  на дистанции  $D_{O3}$ . Тогда координаты ЦОЗ в ОСК

$$\Delta\varphi_{ЦОЗ} = D_{O3} \cdot \cos A_{O3}; \quad (5)$$

$$\Delta\omega_{ЦОЗ} = D_{O3} \cdot \sin A_{O3}. \quad (6)$$

В качестве характерного размера ОЗ удобно выбрать максимальный диаметр  $2a_{O3}$ , а расчётной фигурой ОЗ можно принять круг радиусом  $R_{O3}$ , проведённый из ЦОЗ и содержащий опасную зону с некоторым запасом на величину вероятной ошибки прогноза движения циклона на время предполагаемого обхода ОЗ:

$$R_{O3} = a_{O3} + \Delta, \quad (7)$$

где  $\Delta$  – вероятная ошибка прогноза.

Решение искомых курсов судна строится следующим образом. Из места судна определяется сектор опасных относительных курсов (СООК) в виде касательных к расчётному кругу ОЗ, которые являются предельными линиями относительного движения (ЛОД) сектора опасных относительных курсов. Если вектор относительной скорости судна  $\mathbf{V}_o = \mathbf{V}_c - \mathbf{V}_{\psi}$  (где  $\mathbf{V}_c$ ,  $\mathbf{V}_{\psi}$  – вектора скорости судна и циклона), лежит в пределах СООК, то судно неизбежно войдёт в область опасной волновой зоны. Таким образом, задача нахождения искомых курсов обхода ОЗ сводится к отысканию курсов судна  $\mathbf{V}_c$  в скоростном треугольнике  $\mathbf{V}_c - \mathbf{V}_{\psi} - \mathbf{V}_o$ , при которых вектор относительной скорости оказывается вне СООК. Аналитически это удобно сделать построением скоростного треугольника в центре ОСК, из которого проводится вектор скорости циклона. Из конца  $\mathbf{V}_{\psi}$  параллельно лучам СООК проводятся лучи СООК-2 и ищутся точки пересечения этих лучей с годографом  $\mathbf{V}_c$ . Курсы судна, направленные в эти точки, есть предельные курсы секторов искомых курсов обхода ОЗ:

$$K_{cij} = -\arctg \frac{\Delta\varphi_{ij}}{\Delta\omega_{ij}} + \begin{cases} 90^\circ, & \text{если } \Delta\omega_{ij} > 0, \\ 270^\circ, & \text{если } \Delta\omega_{ij} < 0. \end{cases} \quad i, j = 1, 2 \quad (8)$$

В общем случае СООК-2 может иметь с годографом  $\mathbf{V}_c$  от 0 до 4 точек пересечения, количество которых определяется дискриминантом:

$$D_i = V_c^2 - V_{spi}^2, \quad i = 1, 2.$$

При этом возможны различные ситуации, связанные с расположением СООК-2 относительно годографа  $\mathbf{V}_c$ . Удобным критерием разделения ситуаций оказалось сравнение угловых коэффициентов вектора скорости циклона  $k_{\psi}$  с угловыми коэффициентами лучей СООК  $k_1$  и  $k_2$ .

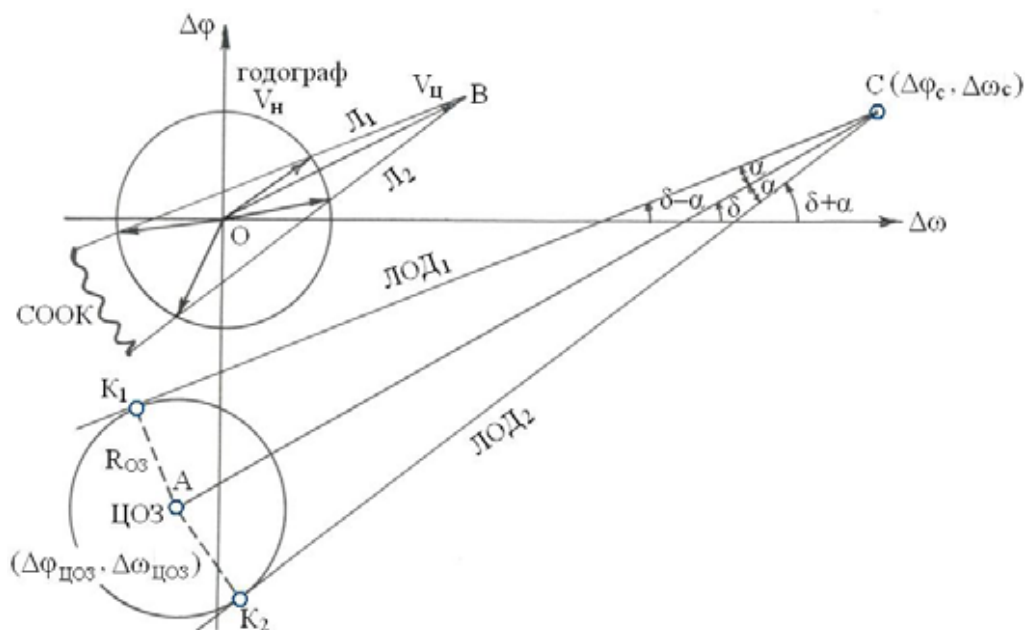


Схема расположения судна и опасной зоны циклона в относительной системе координат  $\Delta\varphi, \Delta\omega$

Если при  $V_{ц} > V_{с}$   $D_i < 0$ , то точек пересечения нет. При  $k_1 < k_{ц} < k_2$  (10) вектор  $V_{ц}$  лежит в СООК-2 и судну грозит вход в ОЗ.

Если  $k_2 < k_{ц} < k_1$  (11), то судно не может войти в ОЗ.

Если  $D_i = 0$ , то в зависимости от выполнения условий (10) или (11)

- имеется всего один курс для выхода из ОЗ на её границу;
- имеется один курс судна, позволяющий ему дойти до границы ОЗ.

Если  $D_i > 0$ , то имеется две точки пересечения  $i$ -го луча СООК с годографом  $V_{с}$ . В зависимости от выполнения условий (10) или (11):

- имеется сектор курсов обхода ОЗ в направлении  $i$ -го луча;
- имеется сектор курсов входа в ОЗ в направлении  $i$ -го луча.

Если  $V_{ц} < V_{с}$ , то с каждым лучом СООК-2 годограф  $V_{с}$  имеет по одной точке пересечения (по две точки пересечения с каждой прямой ЛОД), что определяет один сектор курсов входа в ОЗ и один сектор курсов обхода ОЗ.

Эта задача выполняется со значениями векторов  $V_{ц}$  и  $V_{с}$ , считающимися постоянными до получения очередной аналитической гидрометеорологической информации, после чего оценивается новое положение судна относительно циклона, новая достижимая скорость судна на очередной промежуток времени, новый вектор скорости циклона и задача решается заново.

Получение аналитического решения определяет возможность создания компьютерного сопровождения принятия управленческих решений судоводителем.

## Литература

1. Сичкарев, В. И. Алгоритмизация задачи автоматического выбора манёвра расхождения / В. И. Сичкарев // Судовождение – 2010: сб. науч. трудов. – Новосибирск: НГАВТ, 2010. – С. 3–19.

2. Сичкарев, В. И. Алгоритмизация задачи выбора манёвра расхождения с быстроходной целью на максимальной дистанции / В. И. Сичкарев // Судовождение – 2012: сб. науч. трудов. – Новосибирск: НГАВТ, 2012. – С. 38–49.

3. Сичкарев, В. И. Алгоритмизация проверки выбранного маневра расхождения на безопасность по другим целям / В. И. Сичкарев // Судовождение – 2012: сб. науч. трудов. – Новосибирск: НГАВТ, 2012. – С. 49–54.

4. Сичкарев, В. И. Прогноз движения циклона и относительного перемещения судна в его ветро-волновом поле / В. И. Сичкарёв, А. П. Маркин, В. П. Умрихин. – Новосибирск: НГАВТ, 2008. – 101 с.

5. Сичкарев, В. И. Исследование волновых полей зон максимума волнения северной части Тихого океана / В. И. Сичкарёв, А. П. Маркин. – Новосибирск: НГАВТ, 2009. – 137 с.

**М. А. Кобец**

*(Государственный университет морского и речного флота  
им. адм. С. О. Макарова, г. Санкт-Петербург, Россия)*

### **МЕТОД РАСЧЕТА ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОСТОЙЧИВОСТИ СУДНА ПРИ ЗАТОПЛЕНИИ ОТСЕКА. КРАТКИЕ ВЫВОДЫ**

Расчёты выполнены для тестового судна. Математическое описание подводной части корпуса выполняется в системе координат, связанной с действующей ватерлинией. Положение центра тяжести судна в заданной системе координат меняется с изменением угла наклона. Исходные данные для проведения расчета – ординаты теоретического чертежа.

Расчёты выполнены для тестового судна, в качестве которого был принят понтон, представляющий собой параллелепипед следующих размеров:

- Длина – 100 м
- Ширина – 20 м
- Осадка – 5 м
- Высота борта – 7 м
- Коэффициент общей полноты – 1.

Математическое описание подводной части корпуса должно выполняться в системе координат, связанной с действующей ватерлинией (рис. 1).

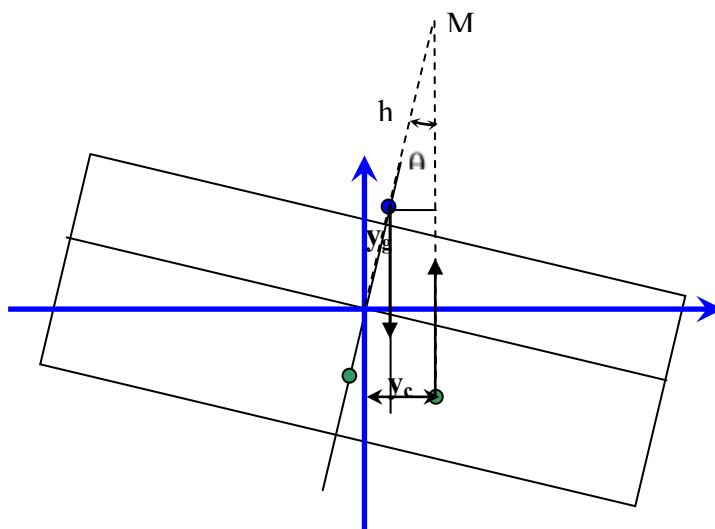


Рис. 1. К нахождению плеча восстанавливающего момента

Координаты подводной части корпуса судна могут быть определены с использованием таблицы ординат теоретического чертежа путем простых геометрических преобразований.

Положение центра тяжести судна в заданной системе координат будет меняться с изменением угла наклона. Центр тяжести будет перемещаться по окружности с центром в точке поворота.

Координата центра величины  $y_c$  будет определять плечо остойчивости формы, а координата центра тяжести  $y_g$  – плечо остойчивости веса. Плечо восстанавливающего момента можно рассчитать как разность координат центра величины и центра тяжести, что точно соответствует величине, определенной традиционным способом (рис. 1).

Расчет координат центра величины определяется в два этапа. На первом этапе рассматривается разворот судна относительно точки, лежащей в диаметральной плоскости судна. На втором этапе учитывается изменение водоизмещения судна при его накрениении.

Расчет выполняется в системе координат, связанной с поверхностью. Начало координат расположено на свободной поверхности в точке пересечения диаметральной плоскости и плоскости ватерлинии рассматриваемого судна. Ось  $Y$  направлена в сторону правого борта. Ось  $Z$  вверх, рис. 2.

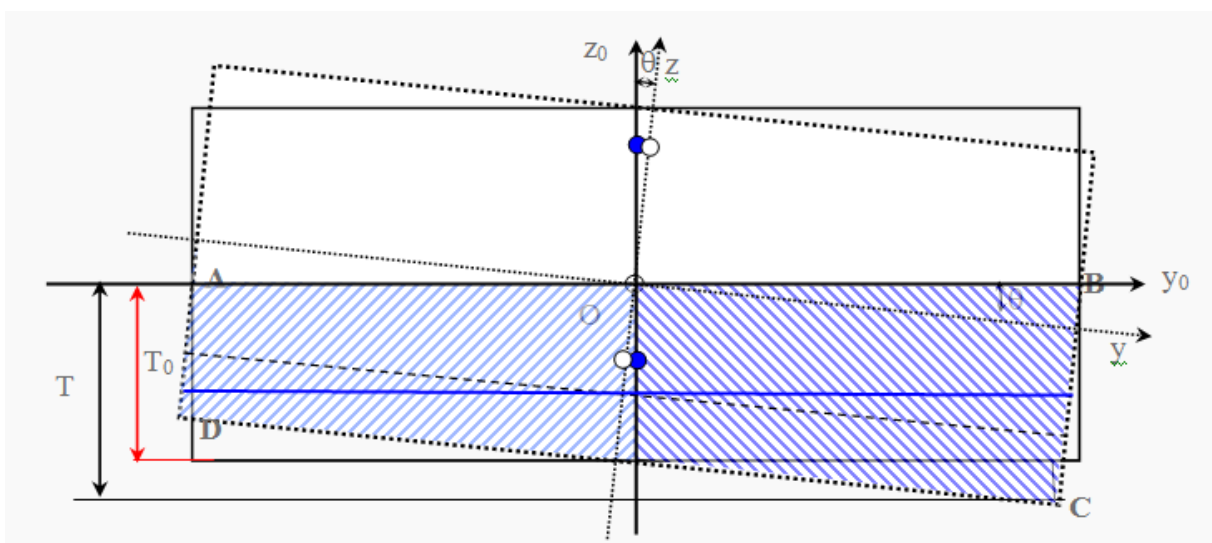


Рис. 2. Расположение осей

При расчетах принимались следующие обозначения:

- начальная осадка, то есть осадка судна в исходном положении;
- действующая осадка, определяемая как расстояние от поверхности воды до точки максимального заглубления корпуса (значение  $T$  на рис. 2);
- текущая осадка, то есть расчетные значения осадок в диапазоне от нуля до действующей осадки.

Горизонтальная плоскость – плоскость параллельная поверхности воды и проходящая через основную линию судна. Точка максимального заглубления будет находиться ниже горизонтальной плоскости.

Действующая осадка  $T$  определится формулой (1):

$$T(\theta) = \frac{T_0}{\cos \theta} + T_{ad}, \quad (1)$$

где  $T_0$  – осадка нулевой ватерлинии судна в исходном положении;

$\theta$  – угол крена;

$T_{ad}$  – дополнительная осадка, также рассчитывается через ординату теоретического чертежа по формуле (2):

$$T_{ad} = y_0 \cdot \sin \theta, \quad (2)$$

где  $y_0$  – ордината нулевой ватерлинии судна в исходном положении;

$\theta$  – угол крена.

Исходными данными для проведения расчета являются ординаты теоретического чертежа.

Предположим, что судно наклонено на угол  $\theta$  в сторону правого борта (рис. 2).

Подводная часть корпуса понтона в проекции на мидель будет представлять собой четырехугольник ABCD. Определим ординаты новой фигуры в соответствии с ординатами теоретического чертежа для произвольной осадки судна  $T_{0i}$ .

Будем считать ватерлинии объема, расположенного над горизонтальной плоскостью, параллельными этой горизонтальной плоскости и расположенными с интервалом, вычисляемым по формуле (3):

$$\Delta T = \frac{T_{0i}}{n \cdot \cos \theta}, \quad (3)$$

где  $n$  – число ватерлиний теоретического чертежа.

Ватерлинии объема, расположенного под горизонтальной плоскостью, также будем считать параллельными этой горизонтальной плоскости и расположенными с интервалом, вычисляемым по формуле (4):

$$\Delta T_{ad} = \frac{y_0 \sin \theta}{m}, \quad (4)$$

где  $m$  – число ватерлиний, заданное на отрезке  $T_{ad}$

При стремлении угла крена к нулю  $\Delta T_{ad}$  стремится к нулю, а  $\Delta T$  к соответствующему значению для ненаклоненного судна.

При расчете ординат подводной части корпуса наклоненного судна необходимо учитывать два возможных случая:

- наклонение судна до момента, когда палуба или скула корпуса не касаются поверхности воды;
- наклонение судна после входа в воду палубы или после выхода скулы из воды.

В первом случае форма подводной части каждого шпангоута представляет собой неправильный четырехугольник. Во втором случае – пятиугольник.

Условие касания палубой поверхности воды для произвольной осадки запишется формулой (5):

$$\theta_i = \arctg \left( \frac{H - T_{0i}}{0,5 \cdot B} \right), \quad (5)$$

где  $H$  – высота борта;  $B$  – ширина судна.

Форма части корпуса, расположенная ниже горизонтальной плоскости, может представлять собой либо треугольник, либо неправильный четырехугольник в зависимости от того, входит или не входит в воду палуба судна.

Для вычисления координат этой части корпуса из точки максимального заглубления опускается перпендикуляр на горизонтальную плоскость (вспомогательная ось) (рис. 3). Значения ординат корпуса, вычисленные относительно горизонтальной оси, пересчитываются в систему координат  $Z_0OY_0$ .

Боковое смещение вспомогательной оси определится формулой (6):

$$\Delta y_{oc} = y_0 \cos \theta - T_{wL} \sin \theta, \quad (6)$$

где  $T_{wL}$  – осадка по действующую ватерлинию.

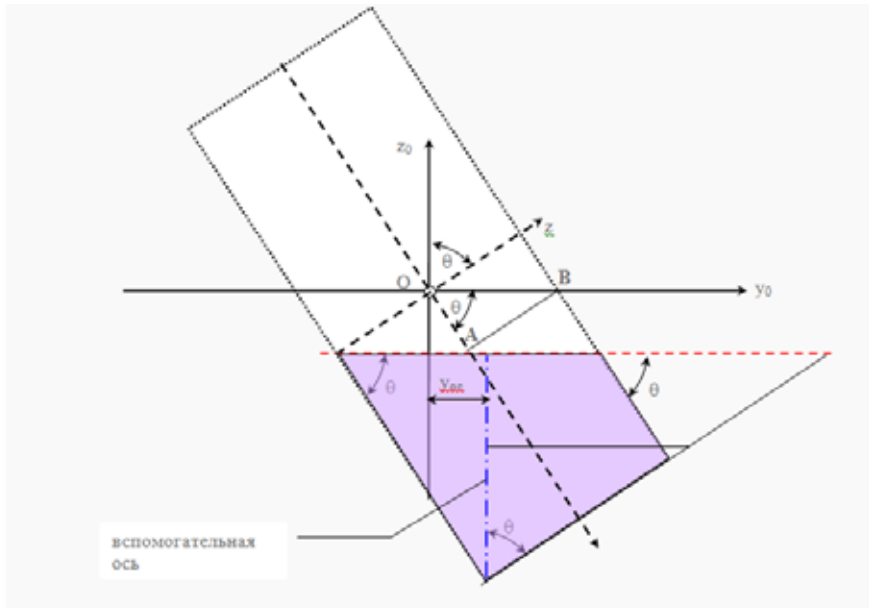


Рис. 3. К расчету координат, лежащих ниже горизонтальной плоскости

Результаты расчета водоизмещения в зависимости от угла крена для 9 различных осадок от 0 до осадки, равной высоте борта судна, приведены на рис. 4.

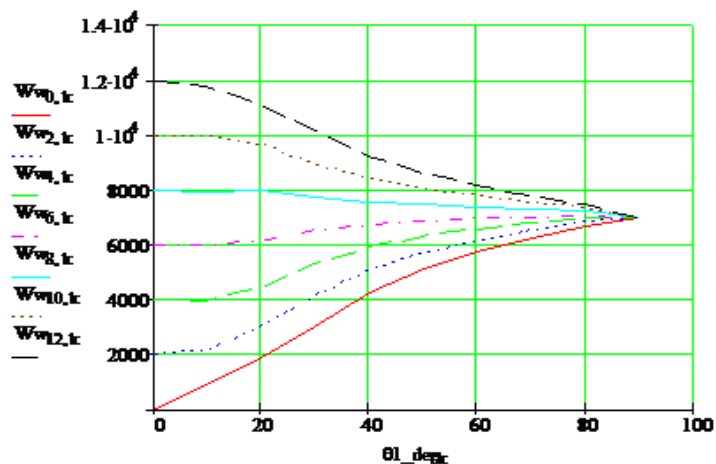


Рис. 4. Изменение водоизмещения судна с изменением угла крена для различных осадок

Из рис. 4 следует, что при развороте корпуса относительно фиксированной точки объем подводной части корпуса судна меняется. Причем при малых осадках объем подводной части корпуса судна с ростом угла крена увеличивается, а при больших осадках – уменьшается.

При осадке судна, равной половине высоты надводного борта, объем подводной части корпуса судна от угла крена не зависит.

При угле крена  $90^\circ$  объем подводной части корпуса судна не зависит от начальной посадки судна.

Изменение объема подводной части корпуса обуславливает соответствующее изменение силы поддержания. Поэтому при первоначальной осадке судна большей  $T_{0i} > 0,5H$  осадка судна будет увеличиваться, а при первоначальной осадке судна меньшей  $T_{0i} < 0,5H$  осадка судна будет уменьшаться. Сформулированный вывод будет справедлив при неизменном весе судна.



**В. Г. Богатырев**

(Государственный университет морского и речного флота  
им. адм. С. О. Макарова, г. Санкт-Петербург, Россия)

## ОЦЕНКА УДАРОПРОЧНОСТИ ДВУХСТВОРЧАТЫХ ВОРОТ ШЛЮЗА

В статье представлены результаты расчетов нижних двухстворчатых ворот на ударные нагрузки от навала судна.

Навал судна на ворота шлюза является происшествием, приводящим как к повреждению металлических конструкций ворот и судна, так и к большим финансовым потерям логистических компаний, судовладельцев, отправителей и получателей груза. В самых неблагоприятных случаях возможно разрушение ворот и прорыв напорного фронта. Все перечисленные обстоятельства указывают на необходимость изучения последствий навала судна на нижние двухстворчатые ворота шлюза (см. рис. 1).

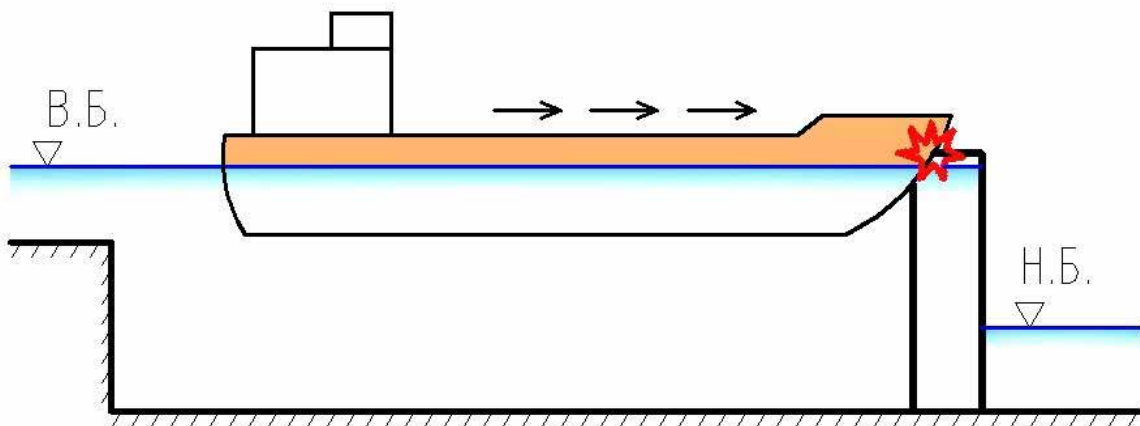


Рис. 1. Навал судна на ворота шлюза

Эта статья посвящена изучению ударопрочности нижних двухстворчатых ворот Волго-Балтийского водного пути с помощью метода конечных элементов. Расчет ворот осуществлен с использованием конечно-элементного комплекса SCAD office 11.3.

Основной задачей исследования было определение величины силы удара судна, которая приводит:

- к исчерпанию несущей способности и разрушению створок ворот;
- к развитию напряженно-деформированного состояния, не превышающего допустимые напряжения и перемещения.

Для описания данных воздействий вводятся два определения:

1) предельная сила навала – сила, при превышении которой створки ворот исчерпывают свою несущую способность и подвергаются разрушению;

2) допустимая сила навала – сила, после воздействия которой допускается эксплуатация ворот шлюза, т. е. проектные геометрические параметры элементов створок ворот сохраняются, допускается лишь незначительное смятие напорной обшивки у верхнего ригеля и переходного мостика.

Определение предельных и допустимых значений силы навала выполнено для трехметрового промежутка приложения силы навала от оси шлюза с шагом приложения 0,6 м (см. рис. 2).

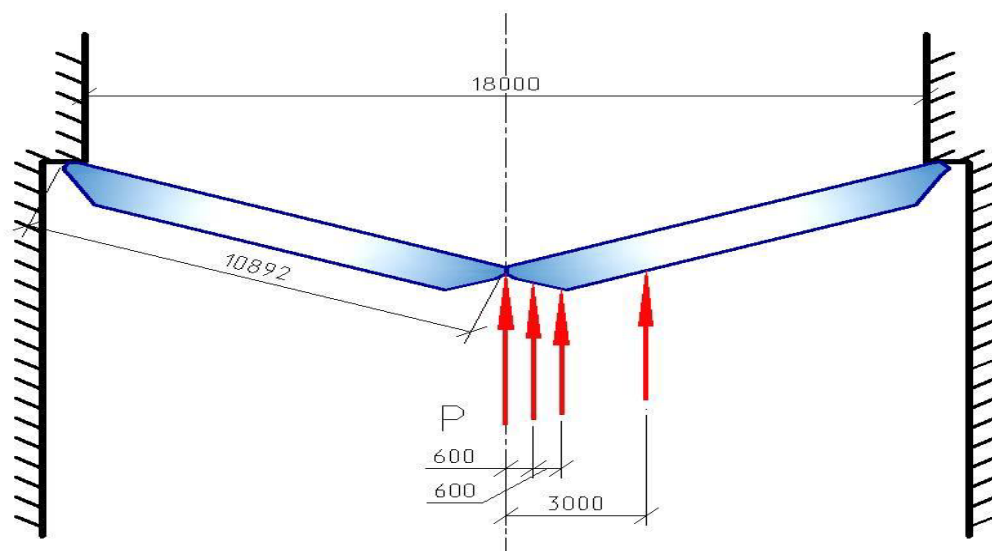


Рис. 2. Схема навалов судов для расчета двухстворчатых ворот шлюза

Для каждого случая приложения силы навала анализировались:

- удерживающие и сдвигающие усилия в стержневых элементах, моделирующих опорные подушки;
- перемещения опорных подушек;
- напряжения и деформации в элементах створок ворот.

Для предельной силы получен график зависимости силы навала от места приложения (см. рис. 3).

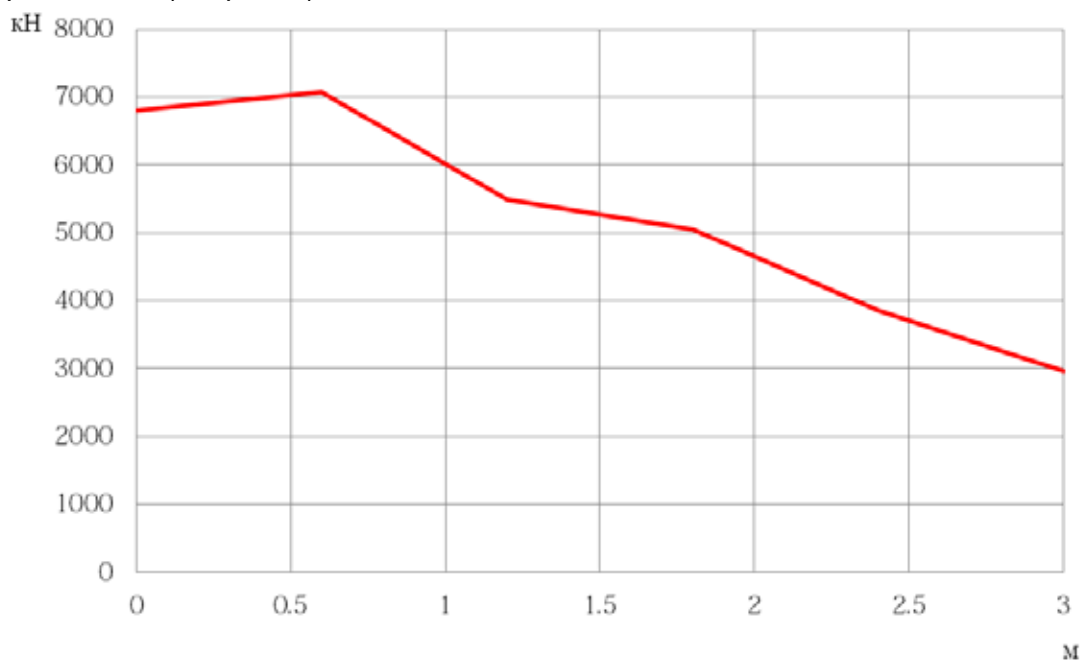


Рис. 3. График зависимости предельной силы навала от места навала

Отсчет расстояния начинается от оси шлюза, т. е. от места створения ворот. Превышение предельной силы для смещения 0,6 м над нулевым смещением объясняется сложными процессами сжатия, растяжения, изгиба, возникающих в ригелях ворот, т. к. навал со смещением 0,6 м приходится на створный столб. Из графика видна тенденция к уменьшению величины предельной силы навала по мере удаления от оси шлюза. Это обстоятельство указывает на то, что при одинаковом

усилии навала, но различном удалении от оси шлюза последствия навала могут привести как к повреждению, так и разрушению ворот.

Настоящий график может быть использован для определения предельной силы, приводящий к разрушению ворот. Для пересчета силы в скорость судна в момент навала при разных водоизмещениях судов составлена табл.1.

Таблица 1

**Таблица зависимости предельной силы навала от скорости судна [1,2,3]**

Метод	Скорость судна при силе навала, м/с					
	2970 кН	3850 кН	5060 кН	5490 кН	7080 кН	6810 кН
	Соответствующее силе расстояние от оси шлюза, м					
	3,0	2,4	1,8	1,2	0,6	0,0
	Водоизмещение судна 6750 т					
стандарт AASHTO	0,35	0,46	0,60	0,65	0,84	0,81
стандарт IABSE	0,18	0,24	0,31	0,34	0,44	0,42
стандарт Еврокода 1 (часть 2.7)	0,58	0,76	0,99	1,08	1,39	1,34
	Водоизмещение судна 3920 т					
стандарт AASHTO	0,48	0,62	0,82	0,88	1,14	1,10
стандарт IABSE	0,26	0,34	0,45	0,49	0,63	0,61
стандарт Еврокода 1 (часть 2.7)	0,77	0,99	1,30	1,41	1,82	1,75
	Водоизмещение судна 1500 т					
стандарт AASHTO	0,94	1,22	1,60	1,74	2,24	2,16
стандарт IABSE	0,56	0,72	0,95	1,03	1,33	1,28
стандарт Еврокода 1 (часть 2.7)	1,24	1,60	2,11	2,29	2,95	2,84

Для допустимой силы получен график зависимости силы навала от места приложения (см. рис. 4).

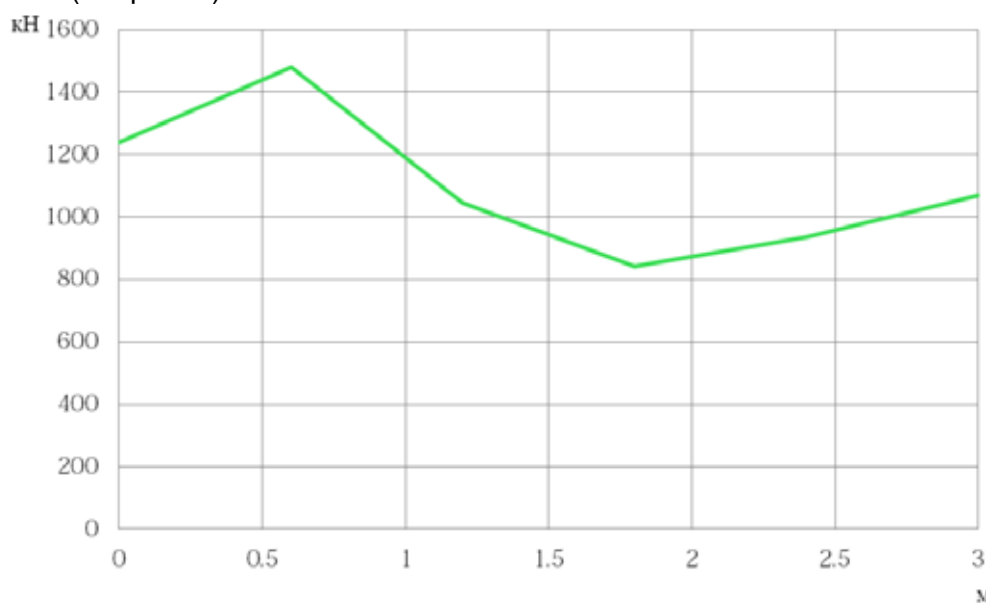


Рис. 4. График зависимости допустимой силы навала от места навала

Из графика видно, что минимальная допустимая сила соответствует месту навала, расположенному между створным столбом и диафрагмой. В этой зоне силу навала воспринимает преимущественно верхний ригель ворот, где величина

допустимой силы напрямую зависит от жесткостных характеристик ригеля. Минимальные значения допустимой силы навала характерны и для последующих промежутков между оставшимися диафрагмами. Увеличение величины допустимой силы навала в зонах диафрагм и створного столба объясняется сложными взаимосвязанными процессами изгиба как диафрагм, так и зависящих от них ригелей. В этих зонах к жесткости ригеля добавляется жесткость диафрагм, тем самым компенсируя увеличение допустимой силы за счет возникновения вертикального изгиба ворот. В отличие от графика предельной силы, имеющего выраженный убывающий характер изменения силы по мере удаления от створа ворот, график допустимой силы имеет горизонтально ориентированный колебательный характер изменения силы навала.

Настоящий график может быть использован для определения допустимой силы. Для пересчета силы в скорость судна в момент навала при разных водоизмещениях судов составлена табл. 2.

Таблица 2

**Таблица зависимости допустимой силы навала от скорости судна [1,2,3]**

Метод	Скорость судна при силе навала, м/с					
	1070 кН	936 кН	842 кН	1045 кН	1480 кН	1240 кН
	Соответствующее силе, расстояние от оси шлюза, м					
	3,0	2,4	1,8	1,2	0,6	0,0
	Водоизмещение судна 6750 т					
стандарт AASHTO	0,13	0,11	0,10	0,12	0,18	0,15
стандарт IABSE	0,07	0,06	0,05	0,06	0,09	0,08
стандарт Еврокода 1 (часть 2.7)	0,21	0,18	0,17	0,21	0,29	0,24
	Водоизмещение судна 3920 т					
стандарт AASHTO	0,17	0,15	0,14	0,17	0,24	0,20
стандарт IABSE	0,10	0,08	0,08	0,09	0,13	0,11
стандарт Еврокода 1 (часть 2.7)	0,28	0,24	0,22	0,27	0,38	0,32
	Водоизмещение судна 1500 т					
стандарт AASHTO	0,34	0,30	0,27	0,33	0,47	0,39
стандарт IABSE	0,20	0,18	0,16	0,20	0,28	0,23
стандарт Еврокода 1 (часть 2.7)	0,45	0,39	0,35	0,44	0,62	0,52

Разработанная методика и выполненные расчеты позволяют оценить последствия навала судна при разных значениях силы удара. Также полученные результаты являются прямым подтверждением необходимости защиты нижних двухстворчатых ворот предохранительными устройствами.

#### Литература

1. AASHTO. Guide specifications and commentary for vessel collision design of highway bridges. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Official; 1994.
2. Vrouwenvelder A.C. Design for ship impact according to Eurocode 1, part 2.7. // Proceedings of the International Symposium on Advances in Ship Collision Analysis, Copenhagen (Denmark), 10-13 May 1998. – Rotterdam (Brookfield): A.A. Balkema, 1998.– P. 123–131.
3. Pedersen P.T., et al. Ship Impacts: Bow Collisions. – International Journal of Impact Engineering. Vol. 13, No. 2. – 1993.– P. 163–187.

**И. В. Липатов, М. А. Решетников**  
(ФБОУ ВПО «ВГАВТ», г. Н. Новгород, Россия)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОДХОДНОМ КАНАЛЕ ЧАЙКОВСКОГО ШЛЮЗА**

Россия является страной, обладающей громадной сетью водных путей. Отказ от первоначального плана заполнения Чебоксарского и Нижнекамского водохранилища обозначил две слабые точки в системе ЕГС. Ими стали нижние бьефы Городецкого и Чайковского шлюзов, так как наличие в них проходных для крупнотоннажного флота глубин напрямую зависит от попусков ГЭС. В результате и в первом, и во втором случае лимитирующим участком стали пороги камер шлюзов.

Учитывая многофакторность данной задачи, а именно: разную степень наполненности канала (начальная глубина в канале), различные призмы опорожнения камеры, гидрографы опорожнения, волновой режим и т. д., уровень воды на порогах изменяется динамично. Наиболее надежным способом исследования подобных задач, являются натурные данные. Но сбор экспериментальных данных связан с огромным объемом натурных наблюдений и очень длительным периодом наблюдений. При этом вероятность того, что будет покрыт весь диапазон значений факторов, мала.

В качестве методологического инструментария решение задачи было принято математическое моделирование. Последнее базируется на решении систем соответствующих уравнений. Традиционным способом решения этой задачи является решение уравнения Сен-Венана. Будучи, по сути, одномерным уравнением, эта система хорошо описывает разбег волны по каналу, но из-за колебания на пороге (т. е. в непосредственной близости от входной граничной области) решение получается осредненным и грубым, в связи с чем точность становится неприемлемой, и встает необходимость в решении задачи непосредственно на пороге камеры шлюза.

Единственным путем решения задачи в этом случае становится решение полной трехмерной системы уравнений Навье-Стокса. Взяв ее в качестве отправной точки, математическая модель замыкалась уравнением высоко рейнольдсовской гипотезы турбулентности с учетом пристеночных моделей и дополнялась уравнением свободной поверхности – VOF скаляр.

Учитывая сложность практической реализации расчетной технологии, авторами была использована многоэтапная цепочка CAD – CAE. Технологическая цепочка включала в себя разработку геометрической модели расчетной области, генерацию расчетной области, формирование граничных условий, отладку расчетной процедуры, постпроцессор и т. д.

Для верификации разработанной математической модели, были проведены натурные исследования в нижнем подходном канале Чайковского шлюза. Результаты математического моделирования и данные натурных исследований сравнивались и показали достаточно хорошую сходимость.

В конечном итоге это позволило с минимумом экспериментальных работ проанализировать большое число возможных вариантов сочетания исходных параметров и полностью вскрыть картину волнообразования как в подходном канале, так и на пороге камеры шлюза.

*В. Л. Этин, С. В. Васькин, Е. Ю. Чебан  
(ФБОУ ВПО «ВГАВТ», г. Н. Новгород, Россия)*

## **НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРАВИЛ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В СФЕРЕ КЛАССИФИКАЦИИ И ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ СУДОВ**

В соответствии с Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» безопасность определяется как состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений. Это определение требует пересмотра критериев оценки технического состояния объектов внутреннего водного транспорта, поскольку разработанные ранее нормативно-технические акты базировались на иной концепции безопасности. Действующие сегодня нормативы технического состояния, в том числе и в области предотвращения загрязнения окружающей среды с судов и объектов внутреннего водного транспорта, определены без учета возможного вреда при отказе технических средств, систем, устройств и оборудования судов и других объектов внутреннего водного транспорта.

Вступление в силу постановления Правительства Российской Федерации от 12 августа 2010 г. № 623 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта» (далее – технический регламент), безусловно, является шагом в правильном направлении развития технического регулирования в отрасли. Однако отдельные положения Федерального закона № 24-ФЗ от 7 марта 2001 г. «Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации», указанного технического регламента и нормативных актов, направленных на обеспечение технической безопасности плавания судов в соответствии с их назначением, охраны жизни и здоровья пассажиров и судовых экипажей, сохранности перевозимых на судах грузов, экологической безопасности судов (далее – Правила Российского Речного Регистра), а также других нормативных правовых и нормативно-технических актов недостаточно хорошо согласованы между собой, что наносит ущерб развитию отрасли.

Поэтому актуальна разработка взаимоувязанных и отвечающих требованиям времени нормативных правовых и нормативно-технических актов и предложений по совершенствованию действующих документов, которые могут составить основу национальных требований по предотвращению загрязнения окружающей среды в сфере классификации и освидетельствования судов и объектов внутреннего водного транспорта.

С целью выявления противоречий, нестыковок и проблемных положений, являющихся причиной несогласованности действующих документов, было проанализировано более пятидесяти различных источников информации. В их число вошли нормативно правовые и нормативно-технические акты РФ, нормативно-технические акты Минтранса России, Правила Российского Речного Регистра, официальные документы государств-членов Европейского Союза в области водного транспорта, национальные стандарты, стандарты предприятий и организаций в сфере внутреннего водного транспорта, другие нормативно-правовые акты, посвященные:

- предупреждению загрязнения водной среды судовыми сточными, нефтесодержащими, балластными водами, мусором и твердыми отходами;
- предупреждению загрязнения атмосферы вредными газами и шумом судов;
- предупреждению и ликвидации разливов нефти с судов;
- утилизации судов.

Документы, подвергнутые изучению и анализу, в большинстве случаев содержат требования по предупреждению загрязнения окружающей среды как административного, правового, так и технического характера.

В связи с этим структуру анализа целесообразно представить в следующем виде:

1. Общие требования к предотвращению загрязнения, содержащиеся в национальных и европейских документах.

2. Содержащиеся в документах технические требования.

Анализ технических требований по предупреждению загрязнения водной среды судовыми сточными, нефтесодержащими водами и мусором, проводился по следующим направлениям:

- требования к наличию на судне и составу специальных систем и устройств, обеспечивающих предотвращение данного вида негативного воздействия на водную среду;

- требования к отдельным элементам данных систем, оборудованию и устройствам.

Основным документом, закрепляющим в федеральном масштабе технические требования к речным судам, является Технический регламент о безопасности объектов внутреннего водного транспорта. Европейским документом аналогичного уровня значимости является Резолюция № 61 ЕЭК ООН, учитывающая большинство положений других европейских документов, таких как ЕПСВВП, ПОСР, Рекомендации по организации сбора отходов с судов, плавающих на Дунае, Директивы 2006/87/ЕС и др.

Необходимо отметить, что по вопросам предупреждения загрязнения водной среды Технический регламент содержит только технические требования общего характера, в то время как Резолюция № 61 включает в себя технические предписания к отдельным элементам систем, оборудованию и устройствам для обеспечения экологической безопасности судов.

Для получения более полного представления о соответствии или несоответствии национальных технических требований европейским было выполнено их сравнение с «Правилами предотвращения загрязнения с судов» Российского Речного Регистра (ППЗС). Анализ требований Правил РРР и Резолюции № 61 позволяет сделать вывод о соответствии их друг другу по большинству позиций.

В результате анализа содержания правовых и нормативных актов РФ и европейских стран, устанавливающих требования по предупреждению загрязнения окружающей среды, по рассматриваемым направлениям были сделаны следующие основные выводы:

1. Как национальные, так и европейские документы указывают на необходимость принятия мер по недопущению загрязнения окружающей среды при эксплуатации судов. При этом обращается внимание на обеспечение соответствия национальных требований международным в этой сфере.

2. Требования нормативно-технических документов РФ и стран ЕС, относящиеся к предотвращению загрязнения судовыми отходами, отработавшими газами и шумом, соответствуют друг другу по большинству позиций.

3. В настоящее время в национальных и зарубежных нормативно-технических актах отсутствуют требования к экологической безопасности балластных вод судов внутреннего и смешенного плавания [3].

4. Отечественные нормативные документы, касающиеся предотвращения загрязнения водной среды в результате разливов нефти, содержат значительно больше требований, чем европейские документы.

5. В национальных документах, регламентирующих экологическую безопасность процесса утилизации судов, уделяется внимание лишь непосредственно процессу разделки судна. В нормативно-технических актах стран-членов ЕС требования по обеспечению экологической безопасности при утилизации судов вообще отсутствуют.

Среди выявленных в результате анализа противоречий и нестыковок как между национальными и европейскими документами, так и между отдельными нормативными актами, действующими на территории РФ, можно выделить следующие:

1. Нормативными документами РФ запрещается сброс на внутренних водных путях сточных, нефтесодержащих вод и мусора. Исключение составляют Санитарные правила и нормы 2.5.2.703-98 «Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания», которые допускают при определенных условиях сброс за борт неочищенных сточных вод с судов, вступая тем самым в противоречие с положениями Технического регламента, а также СанПиН 2.1.5.980-00. «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод», введены в действие с 01.01.2001 г. [1, 2].

В европейских документах существует только строгий запрет на сброс в водоем образующихся на судне мусора и неочищенных нефтесодержащих вод. Явного запрещения сброса на внутренних водных путях для бытовых сточных вод с судов не содержится. При этом указывается на то, что требования к сбросу этих стоков должны указываться в национальных предписаниях.

2. В Правилах РРР критерием при определении степени экологической безопасности судов по сточным, нефтесодержащим водам и мусору служит автономность их плавания по этим показателям, определяемая с учетом количества и дислокации внесудовых водоохраных средств, находящихся в районе эксплуатации. В то же время в Техническом регламенте отсутствуют требования к объему емкостей для накопления этих отходов, обеспечивающих необходимую автономность плавания по условиям экологической безопасности.

Европейские требования определяют объем сборных емкостей исходя из периодичности их опорожнения, без учета количества, производительности и места дислокации внесудовых водоохраных средств.

3. ППЗС РРР и Санитарные правила и нормы 2.5.2.703-98 «Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания» содержат ссылки на документы, устанавливающие показатели степени очистки судовых сточных и нефтесодержащих вод, действие которых в настоящее время отменено, в то время как европейские предписания оставляют этот вопрос на усмотрение администрации бассейна.

4. В Техническом регламенте содержатся требования к оборудованию, предназначенному для фильтрации нефти, и сигнализаторам содержания нефти в очищенных нефтесодержащих водах, отличающиеся от требований, указанных в ППЗС и СанПиН 2.5.2.703-98.

5. В ППЗС и Резолюции № 61 дымность выхлопных газов судовых двигателей внутреннего сгорания нормируется разными показателями. Кроме того, в этих документах имеются различия в наибольших допустимых значениях нормируемых показателей выбросов CO, CH и NO<sub>x</sub>.

6. При ограничении внешнего шума судов национальный документ ГОСТ 17.2.4.04-82 предусматривает нормирование как эквивалентного шума, так и шума в каждой октавной полосе частот, в то время как в европейской резолюции Р61 нормируется только эквивалентный уровень шума. Кроме того, в ГОСТ 17.2.4.04-82 содержатся дифференцированные требования к внешнему шуму скоростных судов в зависимости от места их эксплуатации и времени суток.

7. В документах Российской Федерации, в частности в Техническом Регламенте о безопасности объектов внутреннего водного транспорта и Правилах Российского Речного Регистра, изложены требования к оснащению судов оборудованием ЛРН. В этих документах также изложены требования к составу судового комплекта по борьбе с разливами нефти, к количеству оборудования в этом комплекте, а также характеристикам отдельных элементов комплекта.

В рассмотренных нормативных документах Евросоюза требования к оборудованию по предупреждению ликвидации разливов нефти и наличию такого оборудования на борту судов отсутствуют.



Результаты анализа позволяют утверждать, что требования национальных нормативно-правовых и нормативно-технических актов в сфере классификации и освидетельствования судов в основном в большей степени учитывают специфику и опыт эксплуатации судов на внутренних водных путях Российской Федерации. В то же время европейские документы содержат ряд полезных для заимствования положений в данной сфере, которые были учтены при разработке предложений по изменению документов.

Выявленные при анализе документов противоречия, нестыковки и проблемные зоны позволили сформулировать предложения по совершенствованию национальных правил предотвращения загрязнения в сфере классификации и освидетельствования судов. К наиболее значимым из них относятся следующие:

1. Дополнить текст Технического регламента требованиями к минимально допустимому объему емкостей для сбора и хранения судовых нефтесодержащих, сточных вод и мусора с учетом обеспечения необходимой автономности плавания судна, которая должна определяться исходя из количества, дислокации и пропускной способности внесудовых водоохранных средств, расположенных на маршруте движения судна.

2. Осуществить корректировку текста Технического регламента в части требований к оборудованию для фильтрации нефти и сигнализаторам.

3. Обновить с привлечением заинтересованных органов исполнительной власти РФ нормативную базу, касающуюся установления показателей качества очистки судовых сточных и нефтесодержащих вод и рассмотреть целесообразность включения требований к этим показателям в документы, позволяющие проводить экспертизу правил классификационных обществ.

4. Внести в текст Технического регламента требования к наличию на судах смешанного плавания систем управления балластными водами, а также к условиям сброса или сдачи этих вод.

5. Дополнить Правила РПП к судам смешанного плавания разделом требований к устройству и освидетельствованию систем управления балластными водами, а также к соответствующей технической документации.

6. Установить единую со странами-членами ЕС единицу измерения дымности отработавших газов судовых двигателей внутреннего сгорания – г/кВт ч.

7. Сформулировать и внести в Правила РПП требования к нефтеналивным судам по ограничению воздействия на атмосферу летучих органических соединений.

8. Дополнить текст Технического регламента общими требованиями по ограничению внешнего шума судов.

9. Внести в качестве дополнения к действующим правилам Российского Речного Регистра требования, изложенные в Руководстве Р.026-2008 «Требования к конструкции и оборудованию судов для борьбы с разливами нефти» [4].

10. Внести в текст Технического регламента требования об обязательной постановке боновых ограждений для судов, предназначенных для выполнения технологических операций с нефтью при выполнении таких операций, а также требования к наличию на судах систем предотвращения и контроля утечек топлива или груза.

11. Дополнить текст Технического регламента требованиями к проектировщикам и строителям судов и судового оборудования в части обеспечения экологической безопасности при утилизации судна.

Таким образом, были сформулированы более чем 30 конкретных требований для включения в правила Российского Речного Регистра и Технический регламент о безопасности объектов внутреннего водного транспорта, а также другие документы, входящие в пакет национальных требований в сфере классификации и освидетельствования судов. Предполагается, что указанные дополнения и изменения позволят привести в соответствие требования документов различного уровня с международными и европейскими нормативно-правовыми и нормативно-техническими актами, а также разработать согласованные требования к классификационным нормам

и правилам, учитывающим специфику эксплуатации судов внутреннего плавания в Российской Федерации.

#### Литература

1. Горин, Н. Л. Повышение автономности плавания судов речного флота по условиям экологической безопасности / Н. Л. Горин, С. В. Васькин, В. Л. Этин // Речной транспорт (XXI век). 2011. – № 6(54). – С. 62–63.
2. Горин, Н. Л. Проектирование системы аэрации, обеспечивающей увеличение сроков хранения сточных вод в судовых сборных цистернах / Н. Л. Горин, С. В. Васькин, В. Л. Этин // Вестник ВГАВТ, Вып. 31. – Н.Новгород, 2012. – С. 34–41.
3. Сустретова, Н. В. Требования по балластировке с учетом предотвращения биологического загрязнения с судов / Н. В. Сустретова, В. Н. Захаров, В. Л. Этин // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/102-6043>.
4. Этин, В. Л. Научное обоснование перспективных технологий обеспечения и контроля экологической безопасности внутренних водных путей / В. Л. Этин, С. А. Ермаков, Е. Ю. Чебан // 14-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки'2011». Труды конгресса. Т. 1. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012.– С. 289–295.

**А. С. Курников, Д. С. Мизгирев**  
(ФБОУ ВПО «ВГАВТ», г. Н. Новгород, Россия)

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТАНОВКИ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ КАВИТАТОРОВ**

Эксплуатация судов неизбежно связана с возникновением и решением проблем охраны окружающей среды и обеспечения соответствия выбросов и сбросов загрязняющих веществ современным нормативным требованиям.

В настоящее время на флоте применяются преимущественно два способа решения проблемы судовых отходов:

1. Раздельное накопление всех видов отходов для сдачи на берег.

Достоинством этого метода является высокая степень очистки и реутилизации отходов при переработке на береговых предприятиях. На судне необходим минимум специального оборудования. Недостатком является необходимость иметь емкости, что требует дополнительных помещений и уменьшает провозную способность. Способ применяется на малых судах с непродолжительными маршрутами и частыми остановками, но абсолютно неприемлем для крупных транспортных судов.

Как вариант этого способа можно выделить раздельное накопление всех видов отходов для сдачи на специальные суда. Данное решение в настоящее время перспективно для малых рек на удаленных от спецпричалов участках, а также в условиях продленной навигации.

2. Переработка отходов на борту судна при помощи специальных систем для очистки сточных (СВ) и нефтесодержащих (НВ) вод, а также инсинераторов.

Достоинствами этого метода являются: большая автономность плавания, сокращение простоев, минимальные накопительные емкости и, как следствие, эффективность таких судов. К недостаткам относятся: сложность и дороговизна указанных систем, а также специального обслуживания, необходимость затрат энергии. Это решение распространилось преимущественно на морских судах и судах «река-море» плавания.

Однако имеющееся в эксплуатации на ряде судов оборудование переработки отдельных видов отходов в большинстве случаев уже морально и физически устарело,

не всегда обеспечивает выполнение требований современной регламентирующей документации, новое оборудование является дорогостоящим при установке и в обслуживании, обладает высокой энергоемкостью, и на целом ряде речных судов по различным причинам установка указанных устройств невозможна.

Сточные воды (СВ) – это воды, загрязненные бытовыми отбросами и производственными отходами и удаляемые с судов, территорий населенных пунктов и промышленных предприятий системами канализации. С точки зрения сложности очистки, в особую группу можно выделить судовые СВ, т. к. они представляют собой сложную, высококонцентрированную (в связи с ограниченным потреблением воды) смесь хозяйственно-фекальных, хозяйственно-бытовых и производственных стоков с периодическим характером поступления, а также высокой степенью бактериальной загрязненности и непостоянством химического состава загрязнений.

Эксплуатирующиеся в настоящее время судовые системы для очистки и обеззараживания СВ (СОСВ) классифицируют по методу обработки: механическая, биохимическая и физико-химическая.

На речном флоте чаще используется физико-химический метод. При этом доминирующее положение из перечисленных типов систем занимают «Сток» и «ЭОС», хотя им свойственны существенные недостатки – в обработанной СВ присутствует аммонийный азот выше ПДК, сложная технология очистки и значительные массо-габаритные показатели.

Анализ существующих установок, их достоинств и недостатков показывает, что дальнейшие разработки по совершенствованию судовых СОСВ целесообразно вести в направлении механических и физико-химических методов. Только рационально комбинируя их, можно достичь требуемой глубины очистки СВ при одновременном снижении энергозатрат и расходных материалов (хим. реагентов). Правильные последовательности технологических приемов обработки СВ позволяют дополнить недостатки отдельных методов достоинствами других, а также сократить время обработки СВ.

Можно выделить следующие основные направления модернизации СОСВ этого типа:

- интенсификацию окислительных процессов;
- включение в технологический процесс обработку кавитацией как один из самых современных методов очистки СВ.

Кавитация – процесс зарождения и схлопывания пузырьков газа (пара) в жидкости при резком изменении давления в ней перед препятствием. Благодаря высокой интенсивности вибрации и температуры в отдельной точке кавитация активно разрушает органические соединения, коллоиды, клеточные мембраны микроорганизмов и даже эффективно уничтожает вирусы. Благодаря этому кавитационную обработку можно использовать и на стадии доочистки СВ для обеззараживания стоков.

В качестве альтернативы предлагаемым в настоящее время на рынке СОСВ авторами разработана перспективная схема обработки СВ, представленная на рис. 1, на которую подана заявка на изобретение РФ № 2012134663.

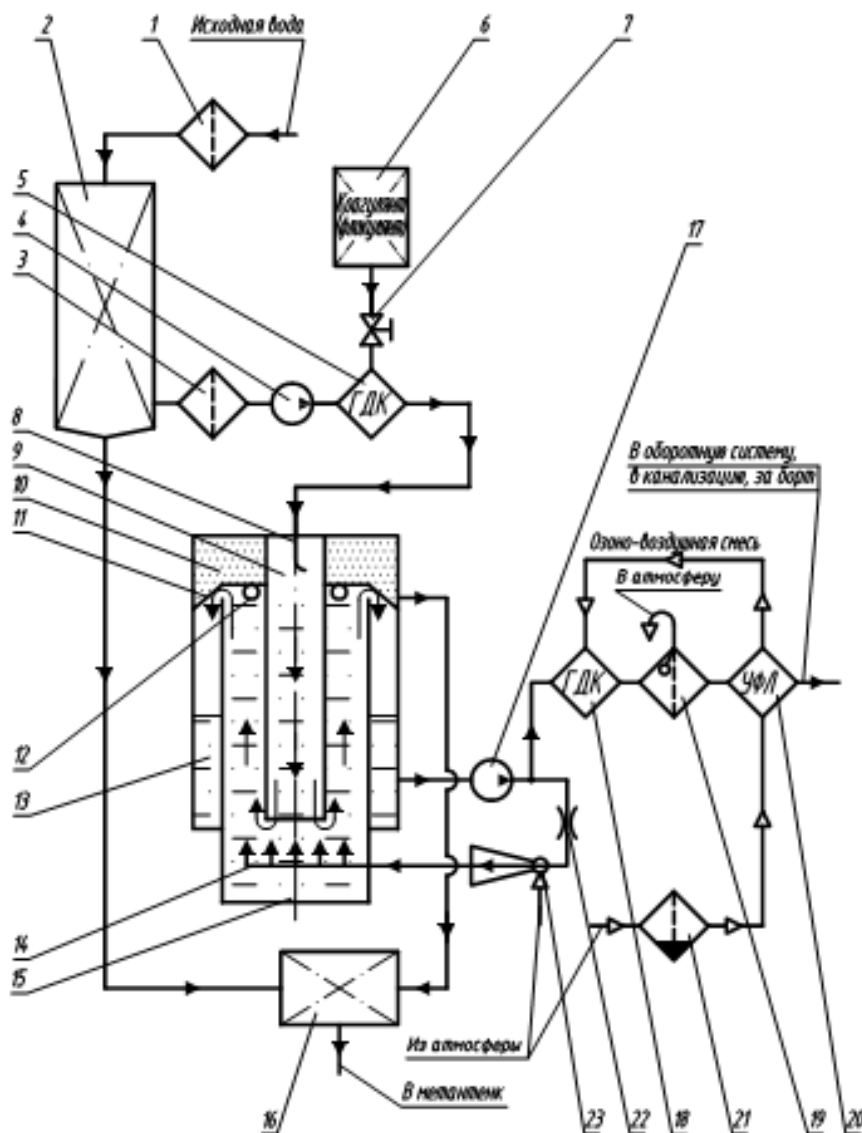


Рис. 1. Принципиальная схема модернизированной СОСВ: 1 – сетчатый фильтр грубой очистки; 2 – танк исходных СВ; 3 – сетчатый фильтр тонкой очистки; 4 – насос исходных СВ; 5 – кавитатор гидродинамический коагулянта; 6 – емкость коагулянта (флокулянта); 7 – вентиль регулировочный; 8 – ввод тангенциальный; 9 – реакционная колонна; 10 – полость сбора и удаления пены; 11 – коническая перегородка; 12 – переливные отверстия; 13 – емкость сбора очищенной воды; 14 – гребенка флотатора; 15 – камера флотации; 16 – шламовый танк; 17 – насос обработанных СВ; 18 – гидродинамический кавитатор озонирования; 19 – фильтр контактный; 20 – лампа УФ-излучения; 21 – блок подготовки воздуха; 22 – шайба дроссельная; 23 – эжектор.

Принцип действия системы основан на использовании нескольких химических компонентов и физических воздействий для получения чистой воды в замкнутом контуре. Технологическая схема очистки вод включает следующие процессы: «грубую» фильтрацию, отстаивание, первичную кавитационную обработку, коагуляцию, флотацию, вторичную кавитационную обработку, озонирование «тонкую» фильтрацию и УФ-облучение.

Система состоит из трех функциональных блоков: предварительной очистки СВ, коагуляции-флотации, доочистки и обеззараживания.

Первый блок служит для первичной очистки СВ путем выделения из нее крупных фракций посредством «грубой» фильтрации и отстаивания.

В блоке коагуляции-флотации осуществляется обработка воды в первом гидродинамическом кавитаторе и взаимодействие частиц загрязнений с добавляемым

в нем коагулянт, их укрупнение и удаление посредством флотации. Для осуществления процесса флотации часть обработанной во флотаторе-коагуляторе воды возвращается насосом через эжектор, подсасывающий атмосферный воздух, и систему аэраторов в камеру флотации.

Блок доочистки и обеззараживания обеспечивает доочистку вторичной кавитационной обработкой воды при смешивании ее с озоно-воздушной смесью, генерируемой из атмосферного воздуха в озоногенерирующей лампе УФ-излучения, «тонкой» фильтрацией с применением на финальной стадии обработки УФ-излучения.

Кроме того, подобная установка может быть использована для комплексной очистки сильнозагрязненных СВ в целях водоснабжения технической (оборотной) водой отдельных производств, предприятий, организаций, судов, бассейнов, малых муниципальных образований и т. д.

В соответствии с описанной выше предлагаемой авторами технологической схемой обработки СВ был изготовлен экспериментальный стенд СОСВ, на котором выполнен ряд экспериментальных исследований, результаты которых могут быть полезны для модернизации существующих судовых систем СОСВ.

Были проведены полные исследования по санитарно-гигиеническим, микробиологическим и паразитологическим показателям в испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области» по нормативным документам на объем лабораторных исследований и оценку: СанПин 2.1.5.980-00 «Санитарно-гигиенические требования к охране поверхностных вод» и СанПин 2.5.2.703-98 «Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания», ПР-152-002-95 «Правила предотвращения загрязнений внутренних водных путей сточными водами с судов». Выдержки из протокола № 1079-1083/п представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Выдержки из протокола лабораторных исследований СВ**

Показатель	Норматив	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	Проба № 4	Проба № 5
Санитарно-гигиеническая лаборатория						
Взвешенные вещества, мг/л	не более 30	14,1	8,0	6,4	5,8	1,0
Биохимический показатель кислорода БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	не более 30	41,5	25,9	16,2	12,3	10,7
Микробиологическая лаборатория						
Колифаги, БОЕ в 100 мл	не более 100	21	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Термотолерантные коли-бактерии ТКБ, КОЕ в 100 мл	не более 100	270 000	4 200	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Общие колиформные бактерии ОКБ, КОЕ в 100 мл	не более 100	740 000	7 800	8 500	7 300	не обнаружено
Патогенные микроорганизмы, в 1000 мл	отсутствие в 1000 мл	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Коли-индекс, в 1 дм <sup>3</sup>	не более 1000	более 238 000	23 000	23 000	9 400	менее 900

Из результатов эксперимента следует, что обработанная СВ соответствует нормативам по всем микробиологическим показателям.

В качестве отдельного объекта исследования выступила конструкция гидродинамического кавитатора. Данное устройство устанавливается непосредственно на напорном трубопроводе насоса, не содержит движущихся деталей, обеспечивает низкое энергопотребление, малые массогабаритные показатели, и, как показали эксперименты, надежно работает в большом диапазоне расходов и давлений.

Результаты комплексных гидродинамических испытаний представлены в табл. 2. Эксперименты проводились на чистой воде из системы холодного водоснабжения. Исходная массовая концентрация общего железа (здесь и далее - определение по ГОСТ 4011-72) – менее 0,05 мг/л. Воздух и реагенты при испытаниях не эжектировались.

Анализируя представленные данные, можно отметить, что эффективная работа кавитатора осуществляется при давлениях от 3,5 до 4,5 кПа, чему также соответствует максимальный вакуум на всасывающей линии аппарата. Следует отметить, что выбранная конструкция кавитатора сможет успешно работать в различных судовых системах в комплексе с существующими общепромышленными центробежными и вихревыми насосами, развивающими давления до 6 кПа. Кроме того, о наличии развитой кавитации в данной конструкции аппарата можно судить не только по изменению уровней шума и вибрации при выходе на эксплуатационные режимы, что весьма субъективно, но также применяя объективный контролируемый параметр – вакуум во всасывающей линии.

Таблица 2

**Результаты гидродинамических испытаний кавитатора**

№ эксперимента	Давление на входе в аппарат, кПа	Давление на выходе из аппарата, кПа	Расход воды через аппарат, м <sup>3</sup> /ч	Температура воды на входе в систему (до насоса), °С	Температура воды на входе в аппарат, °С	Температура воды на выходе из аппарата, °С	Вакуум во всасывающей линии аппарата, кПа	Массовая концентрация общего железа, мг/л
1	6,0	0,40	1,710	4	5	5	0,25	0,06
2	5,0	0,30	1,680	4	5	5,5	0,30	0,10
3	4,5	0,28	1,640	4	5	5,5	0,40	0,25
4	4,0	0,25	1,636	4	5	5,5	0,47	0,25
5	3,5	0,23	1,058	4	5	5,5	0,45	0,09
6	3,0	0,20	1,028	4	5	5,5	0,42	0,07
7	2,5	0,19	0,989	4	5	5	0,33	0,06

В заключение отметим несколько основных положительных результатов проведенной авторами работы:

- повышение надежности работы системы вследствие отсутствия подвижных деталей в конструкции уникального флотатора-коагулятора (отвод пены осуществляется самотеком);
- значительное снижение массогабаритных показателей и потребления электроэнергии за счет рационального сокращения числа структурных единиц, новых конструкций и потребителей;
- применение озonoобразующей лампы УФ-излучения позволяет осуществлять сразу две функции: во-первых, производится генерация озono-воздушной смеси из атмосферного воздуха, во-вторых – штатная – обеззараживание обрабатываемой воды УФ-излучением;
- использование гидродинамических кавитаторов позволяет отказаться от насосов-дозаторов реагентов т. к. эти аппараты позволяют осуществлять первичное обеззараживание СВ кавитацией, являются высокоэффективными струйными аппаратами, стабильно эжектирующими и смешивающими как газообразные (озono-воздушная смесь), так и жидкие рабочие среды (коагулянты, флокулянты).

**С. А. Ермаков, И. А. Капустин**  
(ИПФ РАН, ННГУ им. Н. И. Лобачевского, г. Н. Новгород, Россия)

## **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПОВЕРХНОСТНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ СЛЕДА НАДВОДНОГО СУДНА В ЗОНАХ ЦВЕТЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ**

Интенсивное цветение водорослей в акваториях внутренних водоемов представляет значительную угрозу их экологического состояния. Цветение водорослей может приводить к резкому увеличению уровня токсинов в воде, что, в свою очередь, влияет на возможность использования водных ресурсов. Указанные проблемы говорят об особой актуальности оперативного (в том числе дистанционного) мониторинга зон эвтрофирования водоемов [1]. В настоящее время для этих целей активно используются спутниковые оптические и ИК-датчики (см. например [2]), однако, их использование сопряжено с рядом проблем – ограниченностью по времени суток и облачности, низким пространственным разрешением. Сравнительно недавно были показаны перспективные возможности радиолокационных РСА-систем для мониторинга зон эвтрофирования водоемов [3]. В настоящей работе для мониторинга зон эвтрофирования водоемов предлагается использовать особенности проявления следов за надводными судами.

Комплексные натурные эксперименты проводились в акватории Горьковского водохранилища в период его интенсивного цветения с июля по сентябрь (2007–2012 гг.).

Для измерения параметров волнения, течений и приводного ветра использовался аппаратный комплекс ИПФ РАН:

- акустический доплеровский профилограф скоростей течений (ADCP WH Sentinel 600 kHz);
- доплеровские скаттерометры СВЧ-диапазона (Ka- и X-диапазоны);
- ультразвуковой измеритель направления и скорости ветра;
- оборудование для отбора проб пленок и измерения их характеристик;
- STD-зонд с датчиками фитопланктона.

Для изучения характеристик фитопланктона (концентрации и группового состава водорослей) производился отбор объемных проб воды в различных частях водохранилища с их последующим анализом в лаборатории.

В ходе гидрологических исследований было получено, что фоновая концентрация биомассы обладает значительной временной и пространственной изменчивостью, что соотносится как с оптическими, так и с радиолокационными изображениями водоема, а интенсивность рассеянного взволнованной водной поверхностью радиолокационного сигнала уменьшается с ростом концентрации фитопланктона. Данный эффект объясняется ростом коэффициента затухания гравитационно-капиллярных волн в областях с высокими концентрациями фитопланктона. Кроме того, было установлено, что рост затухания гравитационно-капиллярных волн в зонах эвтрофирования по сравнению с чистой водой определяется как биогенными пленками, так и эффективной вязкостью воды, связанными с фитопланктоном; вклад обоих факторов в условиях выполненных наблюдений оказался сопоставимым [3].

Исследования характеристик акустического рассеяния и скоростей течений в области турбулентного следа за судном проводилось с использованием ADCP. В ранних экспериментах было получено, что след характеризуется наличием средних роликовых течений, определяющих его проявление в структуре поверхностного волнения. Однако в «цветущих» водоемах проявление следов оказалось отличным от водоемов с низкой степенью эвтрофирования. Было получено, что на изображениях водной поверхности область следа надводного судна может характеризоваться повышенной интенсивностью радиолокационного рассеяния, предположительно связанной в данном случае с эвтрофированием водоема. Для интерпретации указанного эффекта были проанализированы профили обратного акустического

рассеяния в области следа судна, пересекающего зону с повышенной концентрацией водорослей (см. рис. 1).

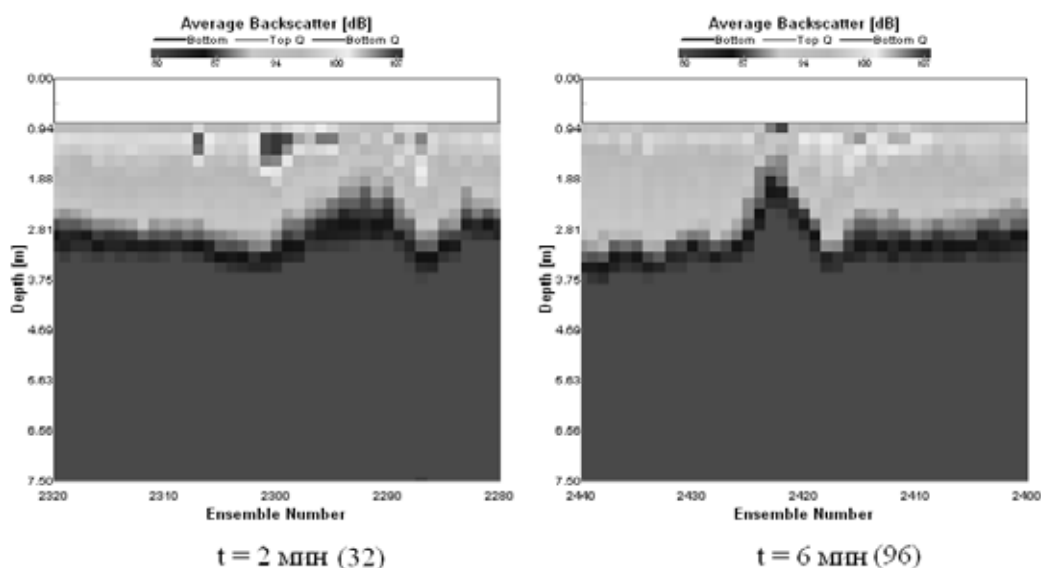


Рис. 1. Перераспределение звукорассеивающего слоя в зоне эвтрофирования водоема после прохождения надводного судна

На рис. 1 представлено характерное для кильватерных следов перераспределение звукорассеивающего слоя в толще воды. В ходе работ было показано, что наличие звукорассеивающего слоя в данном случае связано с фитопланктоном. Перераспределение водорослей обусловлено структурой средних течений, так как после прохождения судна происходит вынос глубинных вод на поверхность водоема. Данная особенность приводит к повышению интенсивности ветрового волнения в кильватерном следе по сравнению с фоновой. То есть на изображениях водной поверхности в зоне кильватерного следа должно наблюдаться увеличение интенсивности сигнала, которое может говорить о степени эвтрофирования водоема.

Данный эффект можно использовать для оперативного экологического мониторинга внутренних водоемов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты, 11-05-00295, 12-05-31237, 13-05-97058, 13-05-97043, Программы ОФН РАН Радиофизика, а также грантов Правительства Российской Федерации (договора № 11.G34.31.0048 и №11.G34.31.0078).

#### Литература

1. Монин, А.С. Явления на поверхности океана /А. С. Монин, В. П. Красицкий. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 376 с.
2. Бондур, В. Г. Аэрокосмические методы в современной океанологии // Новые идеи в океанологии. Т. II: Физика. Химия. Биология. – М.: Наука, 2004. С. 55–117.
3. Ermakov S. A., Kapustin I. A., Lazareva T. N., Sergievskaya I. A., Andriyanova N. V. On the Possibilities of Radar Probing of Eutrophication Zones in Water Reservoirs. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2013, Vol. 49, No. 3, pp. 307–314.



**В. В. Алексеев, М. А. Масуев**

*(Каспийский институт морского и речного транспорта филиала  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ», г. Астрахань, Россия, Махачкалинский филиал МАДИ,  
г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия)*

## **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ДИЗЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОГО СПАСЕНИЯ ЭКИПАЖЕЙ МОРСКИХ СУДОВ**

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года предусматривает существенное развитие морского транспорта и флота морских судов. Вопросы осуществления и развития морских перевозок неразрывно связаны с проблемами обеспечения сохранности жизни и здоровья экипажей и пассажиров. Аварийность на воде, которая очень часто приводит к многочисленным человеческим жертвам, вызывает все возрастающую озабоченность общественности и участников водных перевозок.

В 2012 г. исполняется 100 лет со дня гибели пассажирского лайнера «Титаник». Это был первый случай крупной техногенной катастрофы, повлекший за собой массовую гибель людей из-за отсутствия достаточного количества средств коллективного спасения экипажа и пассажиров. И этот случай положил начало созданию международной системы спасения человеческой жизни на море, которая под названием Safety of Life at Sea – SOLAS (Безопасность жизни на море – СОЛАС) была принята Международной Морской Организацией (ИМО) в 1960 г. в качестве Международной конвенции. На базе СОЛАС Комитетом по безопасности на море ИМО принят Международный кодекс по спасательным средствам (Кодекс КСС – LSA CODE), который с 01.06.1998 является обязательным приложением СОЛАС.

Наиболее эффективными средствами коллективного спасения (СКС), способными в короткое время обеспечить проведение спасательной операции и отход экипажа и пассажиров на безопасное расстояние от терпящего бедствие судна и полностью отвечающие конвенционным требованиям СОЛАС, являются моторные спасательные шлюпки, оснащенные надежными энергетическими установками (ЭУ), на базе малоразмерных дизелей (МД). При аварийных ситуациях условием успешного проведения спасательной операции является, в первую очередь, безотказная и эффективная работа дизеля ЭУ СКС.

Актуальность работы обусловлена: большим количеством катастроф на воде с человеческими жертвами как в недавнее, так и в настоящее время; повышением требований к обеспечению безопасности на воде; качественным изменением требований к ЭУ СКС; необходимостью решения проблемы совершенствования существующих и разработки новых высокоэффективных дизелей ЭУ СКС. Обобщающим фактором изложенного является необходимость разработки научных основ обеспечения высокого уровня надежности дизеля СКС на всех этапах его функционирования. Эта проблема полностью укладывается в подпрограмму РФ «Создание и организация производства в Российской Федерации в 2011–2015 годах дизельных двигателей и их компонентов нового поколения». Учитывая особую важность и актуальность указанных проблем, в настоящей работе представлены результаты проведенных исследований по повышению функциональных характеристик ЭУ спасательных шлюпок морских судов. Под функциональными характеристиками понимаются основные свойства двигателя, влияющие на эффективность его действия в процессе эксплуатации. Для МД СКС это пусковые и маневренные характеристики, надежность, эффективная мощность, массогабаритные показатели и т. д.

Основой энергетических установок спасательных шлюпок является двигатель внутреннего сгорания. В соответствии с Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море (СОЛАС) и Правилами Российского Морского Регистра Судоходства (РМРС) моторные спасательные шлюпки морских судов должны быть оборудованы двигателями с воспламенением рабочей смеси от сжатия.

Основными техническими требованиями, предъявляемыми к дизелям ЭУ СКС, являются:

- простота ввода в действие и управления, удовлетворяющие условию, чтобы лица, не имеющие специальной подготовки, могли их эксплуатировать;
- компактность и простота конструкции;
- пожаро- и взрывобезопасность;
- коррозионная стойкость деталей и узлов при работе в условиях высокой влажности, насыщенного солями морского воздуха;
- малая масса и габариты, обеспечивающие минимальные потери полезной площади и грузоподъемности судна;
- наличие валоповоротного приспособления для проворачивания коленчатого вала двигателя;
- постоянная готовность к вводу в действие, надежный и немедленный пуск как вручную, так и с помощью электростартера или другого пускового устройства при температуре окружающего воздуха до 258 К;
- безотказное функционирование в любых условиях эксплуатации;
- возможность запуска и прогрева на палубе до спуска СКС на воду и функционирования на полной мощности сразу после спуска на воду;
- быстрый отход СКС от терпящего бедствие судна со скоростью не менее 3,1 м/с на безопасное расстояние;
- возможность функционирования в полузатопленном состоянии по ось коленчатого вала, при перевороте на 360°, с задержкой в перевернутом на 180° положении до 10 с и прохождении в течение 8–10 минут зоны огня.

Выполнение всех перечисленных требований призвано обеспечить сохранность человеческих жизней на море при любых возможных условиях эксплуатации морских судов. Эти требования должны учитываться как в процессе разработки и производства дизелей ЭУ СКС, так и в процессе их эксплуатации за счет поддержания эксплуатационных качеств дизеля на должном уровне.

Эксплуатационные качества дизеля ЭУ могут быть оценены: надежностью ввода в действие и функционирования; энергетической эффективностью и экономичностью; способностью устойчиво функционировать на всех режимах, в любых возможных условиях эксплуатации; пусковыми и маневренными качествами.

Следует отметить, что в литературе недостаточно освещены вопросы, посвященные исследованиям эксплуатационных качеств малоразмерных дизелей Ч 8,5/11 и Ч 9,5/11, на базе которых созданы ЭУ для отечественных СКС, не определены показатели оценки уровня их эффективности, имеющие решающие значения для СКС. В связи с этим в работе сделана попытка последовательно рассмотреть эксплуатационные качества ЭУ СКС с целью установления наиболее важных показателей оценки их технического уровня.

#### *Энергетическая эффективность и экономичность дизелей ЭУ СКС*

Энергетическая эффективность ЭУ СКС характеризуется работой двигателя, оцениваемой его средним эффективным давлением  $p_e$ , эффективной мощностью двигателя  $N_e$  и эффективным крутящим моментом на гребном винте  $M_e$ .

$$N_e = C_1 \cdot p_e \cdot V_h \cdot i \cdot n;$$

где  $C_1$  – постоянный коэффициент, учитывающий в том числе и тактность двигателя.

При постоянной частоте вращения коленчатого вала ( $n = const$ ) для конкретного двигателя можно написать:

$$\begin{aligned} V_h \cdot i \cdot n &= const = C_2; \\ N_e &= C_1 \cdot C_2 \cdot p_e, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $C_2$  – постоянный коэффициент для данного двигателя.

Из выражения (1) следует, что располагаемая эффективная мощность  $N_e$  определяется величиной  $p_e$ , которая в свою очередь зависит от индикаторного и механического КПД двигателя, следовательно, эффективного КПД. Существенное

влияние на буксировочную мощность  $N_b$  и эффективность ЭУ оказывают механические потери во входящих в нее узлах и механизмах или КПД ( $\eta_{пк}$ ) пропульсивного комплекса.

$$N_e = N_b \cdot \eta_{пк}.$$

Таким образом, буксировочная мощность зависит от показателей, характеризующих энергетическую эффективность и механические потери в двигателе и в пропульсивном комплексе ЭУ. Вполне естественно, что предпочтительным является сочетание максимальных значений эффективности и экономичности, а также минимальные значения механических потерь. На практике реализовать такое стремление очень трудно и приходится искать компромиссные технические решения.

Применение газотурбинного наддува позволяет получить высокие значения  $p_e$ , снизить удельный расход топлива  $g_e$  и на этой основе существенно повысить энергетическую эффективность и экономичность дизеля. Однако для малоразмерных дизелей в составе ЭУ СКС, вследствие усложнения конструкции и снижения надежности работы дизеля, газотурбинный наддув на сегодняшний день не получил распространения.

В этой связи значения  $p_e = 0,7-0,8$  МПа, достигнутые для лучших образцов зарубежных фирм (например: Опел Омега, ДТ358, Германия; Д3000Т, США; ЕС1200, Япония; ХДП690, Франция), считаем возможным и целесообразным достичь путем применения инерционного наддува, лучшего профилирования каналов впускных и выпускных трактов, увеличения количества каналов, исследования, разработки и внедрения других способов улучшения смесеобразования и на этой основе обеспечить повышение эффективности дизелей Ч 8,5/11 и Ч 9,5/11 и ЭУ СКС на их базе. Существенным резервом для повышения эффективности ЭУ является снижение механических потерь в двигателе и пропульсивном комплексе, а также увеличение частоты вращения коленчатого вала, которое дает пропорциональное приращение мощности.

Для оценки эксплуатационных качеств ЭУ и их дизелей знание одних лишь величин удельных расходов топлива  $g_e$  и масла  $g_m$  на номинальных режимах недостаточно. Необходимо учитывать характер их изменения в зависимости от режима работы. Кроме того, в процессе эксплуатации  $g_e$  и  $g_m$  возрастают вследствие износов, ухудшения индикаторных показателей и повышения механических потерь из-за нарушения регулировок, режимов смазки и охлаждения, появления наростов на корпусе судна и гребном винте и т. д.

В этой связи паспортные данные по  $g_e$  и  $g_m$ , установленные в результате стендовых испытаний двигателя, не совпадают с эксплуатационными и их приходится периодически проверять и корректировать в сторону повышения. Технически обоснованные нормы и пределы повышения  $g_e$  и  $g_m$  в процессе эксплуатации пока не разработаны.

Величины отклонения удельного расхода топлива  $\Delta g_e$  и масла  $\Delta g_m$  от паспортных данных можно получить по выражениям:

$$\Delta g_e = (g_{ex} - g_e) / g_{ex} \cdot 100 \%, \quad (g_{ex} > g_e)$$

$$\Delta g_m = (g_{mx} - g_m) / g_{mx} \cdot 100 \%, \quad (g_{mx} > g_m)$$

где  $g_e$  и  $g_m$  – паспортные значения удельных расходов топлива и масла;  $g_{ex}$  и  $g_{mx}$  – предельно допустимые эксплуатационные удельные расходы топлива и масла.

Для дизеля ЭУ СКС надежность ввода в действие и функционирования является одним из важнейших эксплуатационных качеств. Поэтому их разработка осуществляется с учетом требований ГОСТ 10150-88 и нормативных документов по надежности. Для СКС и их ЭУ установлены жесткие требования Международной конвенции СОЛАС. Основными требованиями конвенции, касающиеся надежности работы СКС и их ЭУ являются:

– пусковые устройства ЭУ должны обеспечивать пуск двигателя при температуре окружающей среды 258 К в течение не более 2 минут с начала пуска;

- после пуска двигатель должен быть способен работать на холостом ходу в течение не менее 5 мин без воды в системе охлаждения;
- двигатель должен быть способен работать при затоплении шлюпки по ось коленчатого вала, при переворачивании СКС на  $360^{\circ}$ , с задержкой в перевернутом состоянии на  $180^{\circ}$  на 10 с, при прохождении шлюпкой зоны огня в течение 10 мин;
- двигатель должен быть оборудован одноконтурной проточной системой охлаждения забортной водой с температурой выходящей воды не более 328 К;
- двигатель должен быть способен сохранять работоспособность при попадании в прогретый двигатель проточной морской воды с температурой на входе до 271К и на выходе не более 328К;
- двигатель должен быть способен быстро принять полную нагрузку сразу после спуска на воду, обеспечить скорость СКС не менее 3,1 м/с и запас хода на 24–30 часов.

Сохраняемость ЭУ в процессе хранения СКС на палубе судна обеспечивается как конструктивно-технологическими, так и эксплуатационными мероприятиями, предотвращающими отрицательное воздействие на детали и узлы различных климатических и погодных условий. К конструктивно-технологическим мероприятиям относятся нанесение защитных покрытий и покраска деталей, а к эксплуатационным – контроль и восстановление состояния покрытий и покраски, а также периодическая консервация, осмотр и обслуживание двигателя.

Показатели надежности ЭУ закладываются, прежде всего, при конструировании и изготовлении, а возможность реализации заложенных качеств зависит от ряда эксплуатационных факторов. К ним относятся: качество масла, топлива, охлаждающей жидкости, режимы работы, уровень подготовки и натренированности обслуживающего персонала и соблюдение ими правил эксплуатации, технического ухода и ремонта.

Учитывая, что ЭУ СКС по условиям эксплуатации периодически и длительное время не используются, из-за потерь заложенных физических свойств в материалах и сопряжениях снижается их работоспособность и надежность вследствие так называемого «износа не использования».

Под «износом не использования» подразумевается изменения рабочих поверхностей деталей и узлов ЭУ вследствие контакта с влажным воздухом и коррозии, а также остаточных деформаций, возникающих в деталях под действием изменения теплового состояния, например при их остывании после работы или под действием массы деталей и узлов ЭУ при длительном отсутствии их движения. Кроме того, в неиспользуемой ЭУ могут произойти изменения первоначальной формы и первоначальных размеров ее деталей под влиянием внутренних остаточных напряжений и вследствие остаточных структурных превращений в материалах.

Большинство, находящихся в эксплуатации отечественных дизелей ЭУ СКС, имеют вихрекамерное смесеобразование, и в их камерах сгорания установлены свечи накаливания, которые обеспечивают воспламенение топлива в режиме пуска. Запуск их без использования свечей накаливания практически невозможен при температурах окружающей среды ниже 300 К. Объясняется это аэродинамическим сопротивлением перетеканию заряда воздуха в вихревую камеру и горящих газов из вихревой камеры в надпоршневое пространство. Этим вызвано и снижение надежности пуска дизеля при отрицательных температурах окружающего воздуха.

Неудовлетворительные пусковые качества судовых малоразмерных дизелей особенно проявились при создании на их базе специальных модификаций дизелей 4ЧСП 8,5/11-3; 4ЧСП 8,5/11-4; 4ЧСП 8,5/11-5 «Каспий–30»; 4Ч9,5/11 «Каспий-40» для спасательных шлюпок морских судов.

В связи с этим были развернуты теоретические и экспериментальные исследования, направленные на выполнение требований международной конвенции СОЛАС. Исследования были выполнены в НАТИ, НАМИ, ЦНИДИ и на заводе «Дагдизель» и направлены на обеспечение запуска четырехцилиндрового вихрекамерного малоразмерного дизеля электростартерной и ручной, усилием

4 человек, системами запуска при температурах окружающей среды до 258 К, причем в качестве основной должна использоваться система пуска дизеля вручную.

В качестве средства облегчения воспламенения топлива при основной системе пуска использовалась легковоспламеняющаяся жидкость «Холод Д-40». В механизме проворачивания коленчатого вала вручную предусмотрена защита как двигателя от поломок, так и людей, осуществляющих пуск от возможных «обратных ударов» при использовании пусковой жидкости «Холод Д-40» при температурах окружающей среды до 258 К. В качестве средства облегчения проворачивания коленчатого вала предложено использовать маловязкие загущенные моторные масла.

Существенное улучшение пусковых качеств было достигнуто увеличением цикловой подачи топлива для пусковых режимов и использованием оптимального для пуска угла опережения впрыска топлива.

Одновременно были развернуты работы по переводу судовых малоразмерных дизелей Ч8,5/11 и Ч9,5/11 с вихрекамерного смесеобразования на смесеобразование с полуразделенной камерой сгорания, расположенной в поршне. Работы выполнялись в ЦНИДИ и на заводе «Дагдизель». Работы по дальнейшему совершенствованию созданных и внедренных в производство дизелей ЭУ СКС продолжаются. Выполнено значительное количество исследований и накоплен большой опыт доводки пусковых качеств и организации рабочего процесса этих малоразмерных двигателей.

В отечественной практике для создания судовых ЭУ успешно используются специально разработанные малоразмерные дизели Ч8,5/11 и Ч9,5/11. Разработаны и эксплуатируются ЭУ на базе дизелей: ДС 25, ДС 32, 10Д6, и модификации для СКС («Каспий 30М» с дизелем 4 ЧСП 8,5/11-5 и «Каспий 40» с дизелем 4 ЧСП 9,5/11-1) (табл. 1). Они соответствуют требованиям ГОСТ 10150 и Правилам Российского Морского Регистра Судоходства, производятся под техническим надзором Регистра, а модификации для СКС соответствуют требованиям Международной конвенции СОЛАС.

Вместе с тем, как показывает опыт эксплуатации и анализ их характеристик, создать на базе специально разработанных дизелей ЭУ с высокими технико-экономическими характеристиками конкурентоспособные с лучшими зарубежными образцами и в полной мере удовлетворяющие потребности СКС не удалось. Причина кроется в недостаточном совершенстве конструкции и организации рабочего процесса, способными обеспечить высокие пусковые и маневренные качества малоразмерных дизелей, принятых за базовые для создания ЭУ СКС.

Основные характеристики серийных отечественных и зарубежных ЭУ малых судов приведены в нескольких работах. Здесь необходимо отметить то, что за рубежом судовые двигатели для малых судов в основном созданы путем конвертирования транспортных двигателей. Техника переоборудования транспортных двигателей в судовые настолько развилась, что многие фирмы-изготовители судовых энергетических установок для малых судов и СКС вообще перестали создавать двигатели, а покупают их у фирм, выпускающих автотракторные двигатели.

Судовые двигатели для малых судов и СКС многие зарубежные фирмы изготавливают методом конвертирования массовых транспортных двигателей на специализированных промышленных предприятиях. В этом случае без изменения сохраняется отработанный рабочий процесс двигателя и его основные детали, такие как поршень, поршневые кольца, поршневой палец, шатун, клапаны, их приводы и т. п. Примером могут служить судовые модификации двигателей, в том числе для СКС фирм «Рено», «Фиат», «Вольво Пента», «Даймлер-Бенц», «МАН» и др. (табл. 2).

Таблица 1

**Технические характеристики СЭУ, созданных на базе отечественных дизелей**

Показатели	Марка двигателя				
	ДС25 4ЧСП8,5/11	ДС32 4ЧСП9,5/11	10Д6 6ЧСП9,5/11	Каспий 30М	Каспий 40
Число цилиндров, шт.	4	4	6	4	4
Диаметр цилиндра, мм	85	95	95	85	95
Ход поршня, мм	110	110	110	110	110
Скорость движения поршня, м/с	5,5	5,83	6,65	6,96	6,96
Тип камеры сгорания	ВК	ВК	ВК	ВК	камера в поршне
Мощность, кВт	18,4	23,5	44	22	25
Частота вращения колен. вала, с <sup>-1</sup>	25	26,6	30	31,6	31,6
Среднее эффективное давление, МПа	0,6	0,57	0,645	0,57	0,52
Удельный расход топлива, г/кВт.ч	272	270	272	309	298
Масса, кг	400	400	590	410	400
Удельная мощность, кВт/кг	0,045	0,059	0,075	0,054	0,063

Таблица 2

**Характеристики зарубежных малоразмерных дизелей**

Показатели	Фирма изготовитель и марка двигателя				
	Рено	Фиат	Вольво Пента	Даймлер- Бенц	МАН
	RC45Д	804 AM	МД50А	OM 314	Д712
Число цилиндров, шт.	4	4	6	4	4
Диаметр цилиндра, мм	92	100	95,2	97	98
Ход поршня, мм	100	110	120	128	110
Средняя скорость поршня, м/с	6,3	11,7	8,0	11,1	11,7
Мощность, кВт	33	66	58,8	63	63
Частота вращения колен. вала, с <sup>-1</sup>	33,33	53,33	33,33	46,7	53,3
Среднее эффективное давление, МПа	0,76	0,73	0,7	0,72	0,72
Удельный расход топлива, г/кВт.ч	292	285	282	256	270
Масса, кг	360	360	695	300	320
Удельная мощность, кВт/кг	0,09	0,18	0,085	0,21	0,197

В нашей стране ЭУ для малых судов и СКС создаются на базе судовых малоразмерных дизелей, а также конвертированных транспортных двигателей подходящей мощности. Переоборудование транспортных двигателей в судовые имеет следующие недостатки: двигатель приходится переоборудовать, чтобы установить дополнительные механизмы, узлы и агрегаты; в условиях морского климата двигатель, детали которого изготовлены не в морском исполнении, быстро теряет сохраняемость, подвергается повышенной коррозии; трудно обеспечить необходимые условия для монтажа и демонтажа, переборки и ремонта в судовых условиях; системы охлаждения и смазки, наполнения и выпуска приходится подвергать сложным доработкам; возникают трудности в обеспечении термической прочности деталей ЦПГ.

Необходимо особо выделить отсутствие промышленного производства ЭУ для малых судов и СКС как законченных единых комплексов, поставляемых по ТУ и в полной комплектации с валопроводом, гребным валом, дейдвудным устройством, реверс-редукторной передачей и гребным винтом. В России они изготавливаются по технологии единичного или мелкосерийного производства, что не способствует созданию судовых ЭУ с характеристиками, соответствующими лучшим зарубежным образцам.

Сравнительный анализ технических характеристик современных малоразмерных дизелей, используемых для создания ЭУ СКС, производства отечественных предприятий и различных зарубежных фирм показал следующее:

1. Малоразмерные дизели для ЭУ СКС выпускаются в настоящее время без наддува. Это вызвано необходимостью максимально упростить конструкцию двигателя и повысить его эксплуатационную надежность.

2. Номинальные значения среднего эффективного давления  $p_e$  дизелей без наддува колеблются в пределах от 0,52 до 0,76 МПа (табл.1, 2). Сравнивая значения  $p_e$  отечественных и зарубежных двигателей можно отметить, что наиболее форсированные отечественные двигатели, имеющие значения  $p_e$  в режиме номинальной мощности на уровне 0,645 МПа, существенно уступают зарубежным образцам с  $p_e$  на уровне 0,72–0,76 МПа.

3. Уровень форсирования по частоте вращения коленчатого вала  $n_e$  и средней скорости поршня  $C_m$  зарубежных малоразмерных дизелей колеблются в пределах от 6,0 до 11,0 м/с. Сопоставление уровней форсирования по средней скорости поршня отечественных и зарубежных двигателей показывает, что отечественные двигатели по достигнутым значениям  $n_e$  и  $C_m$  заметно уступают зарубежным моделям.

Относительно невысокие уровни форсирования по скорости поршня являются одной из основных причин повышенной металлоемкости отечественных малоразмерных дизелей. Сравнение их удельных масс с массами наиболее форсированных зарубежных модификаций показывает, что для достижения современного уровня по затратам металла на единицу производимой энергии необходимо повышение мощности отечественных двигателей на 30–40 %. Такой прирост мощности может быть достигнут при форсировании по частоте вращения коленчатого вала до 45,0–50,0 с<sup>-1</sup>.

4. Значения удельного расхода топлива как на режиме номинальной мощности, так и на других эксплуатационных режимах, приводимые в технических и рекламных материалах, колеблются в довольно широких пределах. Удельные расходы повышаются по мере снижения диаметра цилиндра, в то же время разброс их значений при одинаковых диаметрах и идентичных уровнях форсирования свидетельствует о различной степени доводки рабочего процесса на двигателях различных фирм.

Для ЭУ малых судов, в том числе СКС, решающее значение имеет организация высокоэффективного рабочего процесса в условиях пуска и работы ЭУ на всех эксплуатационных режимах. Поэтому весьма важной для организации требуемого рабочего процесса проблемой является поиск и организация наиболее эффективного способа смесеобразования с учетом конструкции применяемой камеры сгорания.

Поиск способа смесеобразования и доводки рабочего процесса ЭУ СКС связан с необходимостью решения следующих задач: достижение высоких значений среднего эффективного давления и мощности; обеспечение хороших пусковых и маневренных качеств в различных климатических условиях; обеспечение высокой экономичности и надежности функционирования на всех эксплуатационных режимах.

5. Форсирование двигателя по частоте вращения коленчатого вала сопровождается ухудшением условий протекания рабочего процесса с одновременным повышением уровня механических потерь. Совместное воздействие указанных факторов обуславливает снижение значений среднего эффективного давления и повышение удельных расходов топлива. Проведенные ранее исследования показывают, что при увеличении частоты вращения в два раза, например, с 25 до 50 с<sup>-1</sup>, максимальное значение  $p_e$  снижается примерно на 10–15 %, а удельный расход топлива возрастает на 15–20 г/кВт.ч. Отрицательное влияние роста скоростного режима на уровень форсирования по  $p_e$  и топливную экономичность может быть снижено за счет высокой степени доводки рабочего процесса при выбранном способе смесеобразования и тщательной отработке конструкции и технологии производства с целью снижения уровня механических потерь.

Отечественный малоразмерный вихрекамерный дизель 4Ч8,5/11 имеет заметно более высокий уровень механических потерь по сравнению с другими отечественными и зарубежными двигателями. При частоте вращения коленчатого вала 36 с<sup>-1</sup>, значение среднего давления механических потерь этого дизеля составляет 0,27 МПа, что примерно на 20–25 % выше, чем у двигателей других типов. Такое различие в уровне механических потерь приводит к различию в удельном расходе топлива на 5,0–12,0 г/кВт.ч.

6. Спецификой конструкции большинства дизелей ЭУ СКС зарубежных фирм является ограничение числа цилиндров в пределах 1–3. Их легче раскрутить и запустить вручную усилием одного-двух человек, они имеют сравнительно меньшую массу и занимают меньше места. Недостатком этих дизелей является то, что их агрегатные мощности недостаточны для обеспечения требуемой скорости СКС, имеют значительную неравномерность вращения и требуют большой маховик.

Таким образом, технические характеристики отечественных дизелей, на базе которых создаются ЭУ СКС, существенно уступают характеристикам зарубежных аналогов. Сложившееся для отечественных дизелей ЭУ СКС положение не является случайным. Оно свидетельствует о недостаточности разработок за последние 10–15 лет научно обоснованных методов анализа и оптимизации основных технических характеристик дизелей ЭУ, обеспечения максимально достижимых современной техникой характеристик и параметров, необходимость в разработке которых продиктована развитием морских перевозок и качественным изменением требований к ЭУ СКС морских судов.

Преодоление проблем разработки высокоэффективных дизелей для ЭУ СКС является необходимым, но недостаточным условием удовлетворения потребностей флота морских судов. Необходимо также решить проблемы эксплуатации, заключающиеся в обеспечении сохранности дизелей ЭУ, их характеристик, узлов и механизмов в течение заданного времени, например для СКС – в течение 15 лет эксплуатации судов.



## **СЕКЦИЯ 5**

**ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО БАСЕЙНОВ ВЕЛИКИХ РЕК**

**И. В. Бердникова**

*(Управление федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Нижегородской области, г. Н. Новгород, Россия)*

**МЕЖВЕДОМСТВЕННОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
(ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ОРГАНАМИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ И ОРГАНАМИ  
МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ)**

27.07.2010 в России был принят ФЗ № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных (муниципальных) услуг» (далее – закон о предоставлении государственных услуг), вступивший в законную силу с 01.10.2011, который определяет государственную услугу как деятельность по реализации функций соответственно федерального органа исполнительной власти, государственного внебюджетного фонда, исполнительного органа государственной власти субъекта РФ, а также органа местного самоуправления при осуществлении отдельных государственных полномочий, переданных федеральными законами и законами субъектов РФ, которая осуществляется по запросам заявителей в пределах установленных нормативными правовыми актами РФ и нормативными правовыми актами субъектов РФ полномочий органов, предоставляющих государственные услуги.

Распоряжением Правительства РФ от 10.06.2011 № 1021-р утверждена Концепция снижения административных барьеров и повышения доступности государственных и муниципальных услуг на 2011–2013 годы. В связи с этим в последнее время вопросы повышения качества и доступности предоставляемых населению услуг занимают ключевые позиции в деятельности всех государственных структур.

Распоряжением Правительства РФ от 01.12.2012 № 2236-р утвержден План мероприятий («Дорожная карта») «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» (далее – «дорожная карта»). Реализация «дорожной карты» призвана оптимизировать процедуры государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество, а также повысить качество оказания государственных услуг в этой сфере.

В целях повышения качества и доступности предоставления государственных услуг в рамках Закона о предоставлении государственных услуг в Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Нижегородской области (далее – Управление) была организована работа по межведомственному информационному взаимодействию с федеральными органами исполнительной власти, их территориальными органами и подведомственными федеральным органам исполнительной власти организациями, органами местного самоуправления, участвующими в предоставлении государственных услуг без участия заявителя.

В настоящее время, при обращении в Управление за предоставлением государственной услуги по государственной регистрации прав на недвижимое имущество заявитель вправе не представлять документы, получение которых осуществляется в других государственных органах, кроме документов *личного хранения и документов, которые в соответствии со ст. 17 ФЗ от 21.07.1997 № 122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним»* являются основаниями для государственной регистрации прав, а именно:

- разрешение на строительство объекта недвижимого имущества;
- разрешение на ввод в эксплуатацию объекта недвижимого имущества;
- выписка из домовой книги (справка о лицах, имеющих право пользования жилым помещением);
- выписка из реестра государственной собственности;

- выписка из реестра муниципальной собственности;
- заключение, подтверждающее, что создаваемый или созданный объект недвижимого имущества расположен в пределах границ земельного участка, предназначенного для ведения личного подсобного хозяйства;
- документ, устанавливающий адрес объекта недвижимости или при отсутствии такого адреса описание местоположения объекта недвижимости – решение о присвоении адреса объекту недвижимого имущества;
- документ, подтверждающий публикацию сообщения о проведении торгов;
- решение о проведении торгов;
- протокол о результатах торгов по продаже права на заключение договора аренды земельного участка;
- паспорт объекта культурного наследия;
- иные документы, которые находятся в распоряжении исполнительных органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, организаций, подведомственных указанным органам власти.

Межведомственное информационное взаимодействие – это осуществляемое в целях предоставления государственных и муниципальных услуг взаимодействие по вопросам обмена документами и информацией, в том числе в электронной форме, между органами, предоставляющими указанные услуги, в том числе многофункциональными центрами.

С 01.07.2012 межведомственное информационное взаимодействие осуществляется с органами исполнительной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления, подведомственными им организациями, участвующими в предоставлении государственных или муниципальных услуг.

Межведомственное информационное взаимодействие осуществляется посредством работы с порталом государственных услуг Росреестра. Межведомственные запросы направляются посредством единой системы межведомственного электронного взаимодействия (далее – СМЭВ) в базовые государственные информационные ресурсы.

При этом направление межведомственного информационного запроса в бумажном виде для всех участников допускается, только в случае невозможности направления межведомственного запроса в электронной форме в связи с подтвержденной технической недоступностью или неработоспособностью в течение суток сервисов органа, в который направляется межведомственный запрос по адресу, зарегистрированному в СМЭВ.

В случае невозможности направления межведомственного запроса в электронной форме направление межведомственного запроса и получение ответа на него осуществляется в бумажном виде способом, обеспечивающим направление межведомственного запроса и получение ответа на него в максимально короткие сроки.

В целях оказания государственных и муниципальных услуг участники межведомственного информационного взаимодействия могут получить в Управлении сведения из Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним (далее – ЕГРП), в том числе и в электронном виде. Для этого им необходимо:

- обеспечить получение сертификата ключа электронной подписи в одном из удостоверяющих центров, выполнивших требования приказа Росреестра от 14.01.2011 № П/1 «О требованиях к совместимости, сертификату ключа подписи, обеспечению возможности подтверждения подлинности электронной цифровой подписи при оказании Росреестром государственных услуг в электронном виде»;
- зайти на портал государственных услуг, оказываемых Росреестром в электронном виде (<https://portal.rosreestr.ru>) и заполнить форму запроса на предоставление сведений, содержащихся в ЕГРП.

Таким образом, в настоящее время Управление стремится к увеличению объема получаемой и особенно направляемой информации в электронном виде. Наша задача – добиться того, чтобы межведомственное информационное взаимодействие действительно работало, и все запросы направлялись в Управление посредством СМЭВ.

Кроме того, хочется отметить, что с 15.11.2012 приказом Росреестра от 01.11.2012 № П/506 введен в эксплуатацию новый сервис официального сайта Росреестра «Запрос к информационному ресурсу».

Сервис «Запрос к информационному ресурсу», который доступен на портале государственных услуг Росреестра предназначен для обеспечения возможности пользователям, владеющим ключом доступа, осуществлять поиск и просмотр общедоступных сведений об объектах недвижимости, а также запрос и копирование сведений ограниченного доступа (в объеме выписки из ЕГРП) о правах отдельного лица и об объекте недвижимости (на безвозмездной основе).

Для получения ключа доступа к информационному ресурсу пользователи могут обратиться в Росреестр, его территориальные органы, а также в подведомственные ему государственные бюджетные учреждения и их филиалы, наделенные соответствующими полномочиями в соответствии с п. 2 ст. 9 Закона о регистрации.

Практически во все федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов РФ и органы местного самоуправления Управлением направлено письмо о возможности получения сведений из ЕГРП путем обеспечения доступа к информационному ресурсу.

Управление будет продолжать работу в этом направлении и стремиться к более эффективному использованию заявителями возможностей портала государственных услуг Росреестра.

Управление идет в ногу со временем, активно внедряя современные технологии в сфере государственных услуг. Одним из приоритетных направлений деятельности Управления является повсеместное внедрение системы оказания электронных услуг населению.

Портал государственных услуг Росреестра – основной инструмент оказания услуг в электронном виде, предназначен для обеспечения информационного взаимодействия органов кадастрового учета, регистрации прав на недвижимое имущество и лиц, заинтересованных в получении или предоставлении данных для учетных систем (ЕГРП или Государственного кадастра недвижимости (далее – ГКН).

Основными услугами, предоставляемыми Росреестром в электронном виде, являются:

- *предоставление сведений на публичной кадастровой карте.* Публичная кадастровая карта – это справочно-информационный сервис для предоставления пользователям сведений ГКН на территории РФ. Кадастровые карты представляют собой составленные на единой картографической основе тематические карты, на которых в графической форме и текстовой форме воспроизводятся внесенные в ГКН сведения, в том числе о земельных участках, зданиях, сооружениях, об объектах незавершенного строительства. Если объект недвижимого имущества найден на карте, доступен просмотр определенной информации, например сведения о границе земельного участка, даты постановки на кадастровый учет, площади, кадастровой стоимости и т. д.;

- *государственная регистрация прав на недвижимое имущество и сделок с ним.* На данный момент сервис работает следующим образом: после формирования запроса на электронный почтовый ящик заявителя приходит письмо с номером запроса и предложением созвониться с государственным регистратором по месту нахождения объекта и договориться о времени приема. После внесения изменений в законодательство по упрощению регистрации, где будет прописан механизм принятия документов, подписанных ЭЦП, сервис будет доработан;

- *предоставление сведений о зарегистрированных правах и сделках с недвижимостью.* Чтобы воспользоваться данной услугой, необходимо заполнить

форму запроса, используя пошаговую инструкцию, заполняя поля, отмеченные красной звездочкой;

- *предоставление сведений внесенных в государственный кадастр недвижимости.* Аналогично предыдущей услуге заполняется форма запроса, используя пошаговую инструкцию, заполняя поля, отмеченные красной звездочкой;

- *проверка статуса запроса.* Данная услуга необходима для тех, кто уже сформировал запрос в ЕГРП или ГКН и ждет его результатов;

- *государственный кадастровый учет недвижимого имущества.* На данном сервере можно выбрать необходимое заявление и заполнить его с использованием пошаговой инструкции;

- *справочная информация по объектам недвижимости в режиме online.* Каждый желающий имеет возможность получить информацию о наличии либо отсутствии данных об объекте недвижимости в ГКН и, соответственно, о наличии либо отсутствии прав в ЕГРП. Объект недвижимости определяется по кадастровому (условному) номеру или его адресу. Предоставленные данные не имеют юридического подтверждения факта наличия либо отсутствия информации из ЕГРП или ГКН. Для юридического подтверждения факта наличия или отсутствия информации в учетных системах необходимо оформить соответствующий запрос на выдачу информации из ЕГРП или ГКН.

Таким образом, внедрение интернет-технологий позволяет минимизировать возможность участия посредников в отношениях между государственными органами и повышать качество государственных услуг в сфере государственной регистрации прав.

**К. В. Власов**

*(Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Нижегородской области, г. Н. Новгород, Россия)*

**ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ УПРАВЛЕНИЕМ РОСРЕЕСТРА  
ПО НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ УСЛУГИ  
«ВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ФОНДА ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В  
РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА»**

Государственную услугу «Ведение государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства» предоставляет федеральный орган исполнительной власти – Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) и его территориальные органы (управления Росреестра по субъектам Российской Федерации) и их территориальные отделы [1].

Информация, содержащаяся в государственном фонде данных, является открытой и общедоступной, за исключением информации, отнесенной законодательством Российской Федерации к категории ограниченного доступа [1].

На территории Нижегородской области государственную услугу «Ведение государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства» (далее – Государственная услуга) заинтересованным лицам предоставляет Управление Росреестра по Нижегородской области (далее – Управление):

- Нижний Новгород – отдел землеустройства и мониторинга земель Управления (центральный аппарата);

- Нижегородская область – территориальные отделы Управления в каждом районе Нижегородской области.

Централизованный учет документов фонда данных и методическое руководство по комплектованию, учету, систематизации, обеспечению сохранности документов и совершенствованию их структуры, обеспечению совместимости форматов

представления данных на электронных носителях осуществляются в порядке, устанавливаемом Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии России [2].

Основные нормативно-правовые документы, регламентирующие предоставление Государственной услуги:

1. Закон РФ №78-ФЗ от 18.06.2001 «О землеустройстве»;

2. Постановление Правительства РФ №514 от 11.07.2002 «Об утверждении положения о согласовании и утверждении землеустроительной документации, создании и ведении Государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства»;

3. Административный регламент Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по предоставлению государственной услуги «Ведение государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства», утвержден Приказом Минэкономразвития Российской Федерации от 14.11.2006г. № 376.

Государственный фонд данных, полученных в результате проведения землеустройства Управления (далее – ГФДЗ) содержит документы в количестве 363 532 единицы хранения (по состоянию на 01 января 2012 года). Пополнение Государственного фонда данных происходит постоянно:

– в течение 2011 года в ГФДЗ Управления поступило 1 023 единицы хранения. Это в основном карты (планы) объектов землеустройства административно-территориальных образований Нижегородской области (границы населенных пунктов) и карты (планы) различных объектов землеустройства территорий с особым режимом использования (охранные зоны);

– в течение 2012 году в ГФДЗ Управления поступило 12 401 единиц хранения. Помимо карт (планов) объектов землеустройства, наибольший объем документов (около 10 тыс. единиц хранения) поступил из Волго-Вятского филиала ФГУП «Госземкадастрсъемка–ВИСХАГИ» в результате реорганизации указанного предприятия.

Прием поступающих документов в Государственный фонд данных осуществляется экспертной комиссией, состав которой утвержден приказом Руководителя Управления. На каждый поступивший документ составляется инвентаризационная карточка, присваивается инвентарный номер и проставляется соответствующая отметка о поступлении материалов в Управление. Все поступившие материалы, принятые экспертной комиссией Управлении, планомерно передаются в территориальные отделы Управления (по месту расположения объектов землеустройства) для хранения, дальнейшего использования в работе и предоставления заинтересованным лицам.

Лица, осуществляющие проведение землеустройства, обязаны бесплатно передать экземпляр подготовленной ими землеустроительной документации в государственный фонд данных, полученных в результате проведения землеустройства [3].

**Основные виды документов ГФДЗ Управления**

№ п/п	Наименование видов документов
1	Землеустроительные дела на земельные участки г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области
2	Межевые дела на земельные участки г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области
3	Технические отчеты на земельные участки г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области
4	Материалы проектов перераспределения земель. Корректировки проектов перераспределения земель. Проекты территориального землеустройства в случае перераспределения земель
5	Материалы крупномасштабных почвенных обследований Нижегородской области
6	Инвентаризация земель по категориям и по отдельным видам использования Нижегородской области
7	Материалы внутрихозяйственной оценки земель Нижегородской области
8	Материалы по вычислению почвенных разностей (ВПР), материалы вычисления площадей сельскохозяйственных угодий и иных площадей по уклонам (ВПУ), Иные материалы вычисления площадей (ИВП)
9	Материалы по оценке качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве (Земельно-кадастровые карты)
10	Материалы схем использования и охраны земель территориальных образований РФ, муниципальных образований и др. административно-территориальных образований
11	Планирование и организация рационального использования земель и их охраны (Инвентаризация земель для садоводческих товариществ)
12	Материалы установления городских и сельских поселений на местности Нижегородской области
13	Материалы проектов внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств Нижегородской области
14	Материалы проектов территориальных зон Нижегородской области (Проекты водоохраных зон рек области)
15	Материалы проектов рекультивации нарушенных земель Нижегородской области
16	Материалы по выявлению неиспользуемых земель или земель, используемых не по целевому назначению Нижегородской области
17	Материалы проектов защиты земель от негативного воздействия
18	Пункты опорной межевой сети (ОМС) Нижегородской области
19	Карты (планы) границ муниципальных и др. административно-территориальных образований Нижегородской области (Районные карты М 1:35 000, 50 000, 1:100 000, 120 000, 200 000)
20	Карты (планы) границ иных объектов землеустройства Нижегородской области (Плановая основа по хозяйствам района М 1:10 000, М 1:25 000)
21	Ортофотопланы на населенные пункты М 1:2000 и межселенную территорию Нижегородской области М 1:10 000 на бумажной основе и в электронном виде

*Порядок предоставления Государственной услуги*

Документы государственного фонда данных, носящие открытый общедоступный характер, предоставляются всем заинтересованным лицам. Оригиналы документов государственного фонда данных предоставляются заинтересованным лицам без права их выноса из помещений государственного фонда данных [1].

Платность предоставления Государственной услуги – бесплатно;

Срок оказания услуги:

- при личном обращении – 3 рабочих дня;
- при обращении по почте – 15 дней.

Результаты оказания услуги:

- Копии документов ГФДЗ;
- Выкопировки из документов ГФДЗ;
- Оригиналы для непосредственного изучения по месту их нахождения, без выноса из помещений ГФДЗ;
- Информация по запросу о наличии и распределении документов ГФДЗ;
- Информация из базы метаданных ГФДЗ.

Статистика предоставления Управлением Государственной услуги по видам запрашиваемой документации за последние 3 года (2010–2012 гг.) приведена в табл. 2.

Таблица 2

**Количество предоставленных материалов ГФДЗ  
заинтересованным лицам за 2010 – 2012 гг.**

Виды запрашиваемой документации	Количество выданных материалов		
	в 2012 году	в 2011 году	в 2010 году
1. Материалы изучения состояния земель, в том числе: картографические материалы, материалы дистанционного зондирования, материалы почвенных, геоботанических и других обследований, материалы создания опорной межевой сети, материалы вычисления площадей сельхозугодий	1 716	1 674	2 861
2. Планирование и организация рационального использования земель и их охраны	292	364	247
3. Проекты землеустройства и территориальное землеустройство	3 321	4 674	4 058
4. Материалы и данные государственного мониторинга земель	48	83	24
5. Материалы кадастровой оценки	35	67	911
Всего	5 412	6 862	8 101

Запрашиваемая заинтересованными лицами информация предоставлена в полном объеме в установленные законом сроки.



В Управлении периодически проводится инвентаризация материалов и документов ГФДЗ, оценивается их ценность. В случаях, если документы ГФДЗ признаются утратившими свою практическую ценность, они передаются в высшие учебные заведения города Нижнего Новгорода (ННГАСУ; ННГСХА; ННГУ) для использования в учебно-методических целях.

Основной проблемой учета, хранения и предоставления документов ГФДЗ является отсутствие надлежаще оборудованных помещений для хранения документов ГФДЗ, стеллажей (шкафов).

Еще одной из актуальных проблем в настоящее время является недостаточное оснащение оборудованием и программным обеспечением, позволяющим переводить бумажные носители материалов ГФДЗ в электронный вид для предоставления заинтересованным лицам не только на бумажном носителе, но и в электронном виде. Перевод архива ГФДЗ в электронный вид позволит предоставлять запрашиваемые материалы также и путем отправления по электронной почте, а не только при личном обращении на бумажных носителях.

Сведения о местонахождении, справочных телефонах, графиках работы, бланках заявлений и другая справочная информация по предоставлению Государственной услуги «Ведение государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства» размещена на официальном сайте Управления в сети Интернет по адресу <http://www.to52.rosreestr.ru/> в разделе «Кадастровый учет», в подразделе «Государственный фонд данных».

#### Литература

1. Административный регламент Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по предоставлению государственной услуги «Ведение государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства», утвержден Приказом Минэкономразвития Российской Федерации от 14.11.2006 г. №3 76.

2. Закон № 78-ФЗ от 18.06.2001 «О землеустройстве».

3. Постановление Правительства РФ № 514 от 11.07.2002 «Об утверждении положения о согласовании и утверждении землеустроительной документации, создании и ведении Государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства».

***В. М. Романов, А. М. Тарарин***  
*(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

### **ПРОБЛЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Территории Нижегородской области присвоен 52-й учетный номер кадастрового округа. В состав кадастрового округа входит 61 кадастровый районы, которые в свою очередь делятся на 18 394 кадастровых кварталов. Государственный кадастр недвижимости (ГКН) содержит сведения о 1 445 214 земельных участках, расположенных на территории Нижегородской области, из них только по 734 396 имеется координатное описание поворотных точек.

Геодезической основой государственного кадастра недвижимости являются государственная геодезическая сеть (ГГС) и создаваемые в установленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти порядке геодезические сети специального назначения – опорные межевые сети (ОМС).

На территории Нижегородской области расположены 57 195 пунктов ГГС и 23 837 пунктов ОМС, многие из них утрачены или не пригодны для производства работ. Достоверных данных о сохранности пунктов нет. Для проведения инвентаризации сохранности пунктов ГГС и ОМС необходимо привлекать кадастровых инженеров, для чего целесообразно разместить на портале Росреестра интерактивные схемы расположения пунктов ГГС и ОМС с возможностью указания признака «действующий/не действующий».

В соответствии со статьей 6 Федерального закона от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» для ведения ГКН на территории Нижегородской области установлена система координат МСК-52. В настоящее время для ведения ГКН на территории Нижегородской области используется 75 систем координат. На рис. 1 можно увидеть, что ведение ГКН на территории города Нижнего Новгорода и других крупных городов и райцентров Нижегородской области осуществляется в местных системах координат (показаны штриховкой в границах населенных пунктов), в нескольких населенных пунктах используются условные системы координат (показаны звездочками).

В настоящее время стоит задача по переходу на ведение ГКН на всей территории Нижегородской области в МСК-52. Данный переход сопряжен с двумя проблемами. Во-первых, возникает вопрос о целесообразности отказа от местных систем координат на территории крупных городов, таких как Нижний Новгород и Дзержинск. Во-вторых, наличие искажений в условных системах координат, не позволяющих однозначно подобрать параметры перехода к МСК-52, как показано на рис. 2.

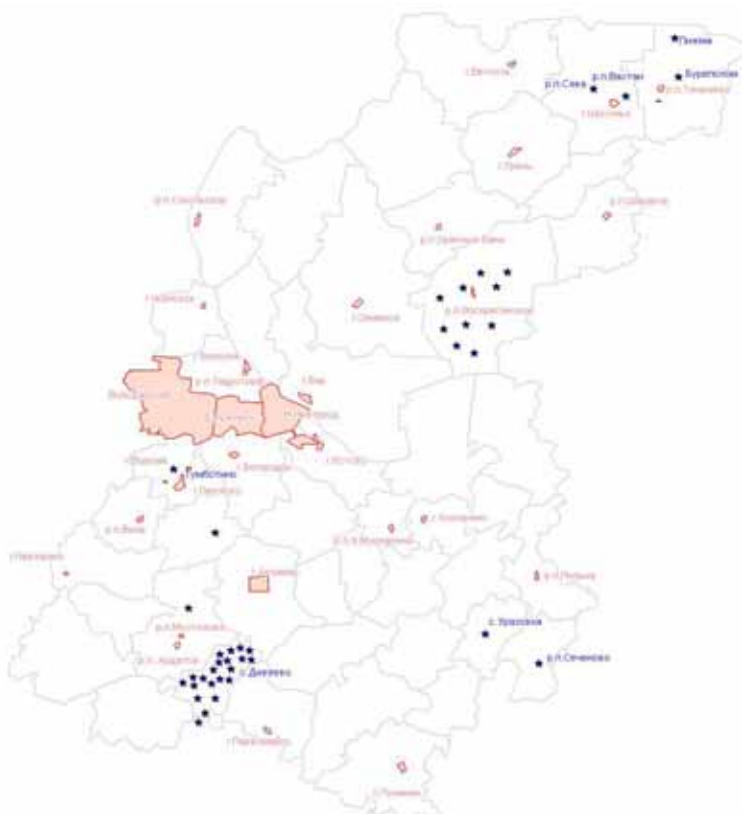


Рис. 1. Схема использования местных и условных систем координат, используемых для ведения ГКН на территории Нижегородской области

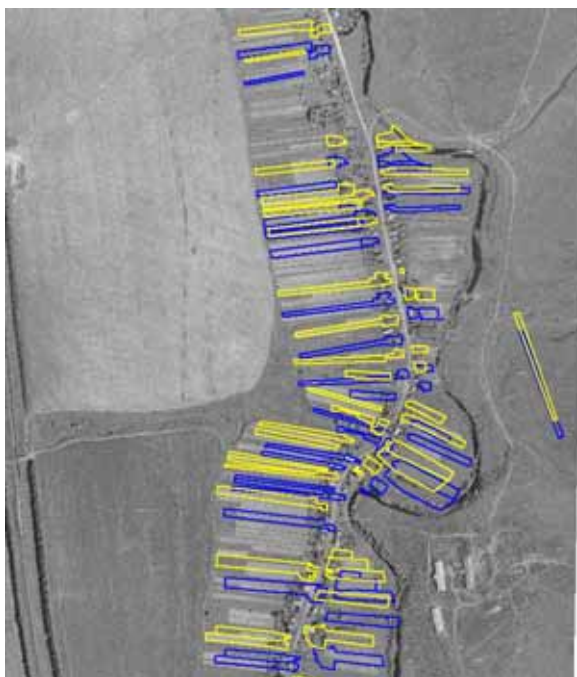


Рис. 2. Совмещение границ земельных участков в условной системе координат и в МСК-52 на ортофотоплане

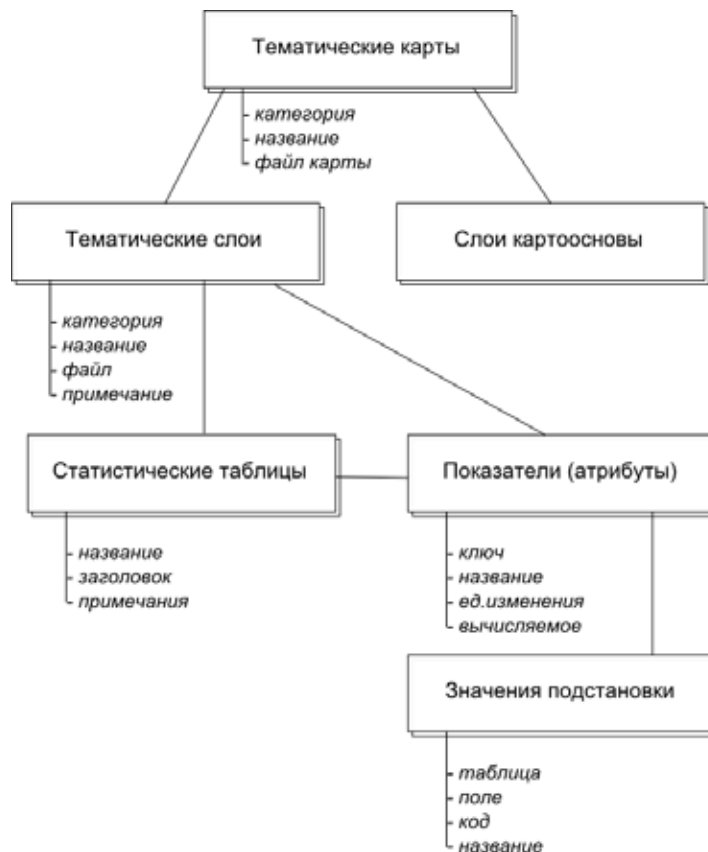
Постановлением Правительства РФ от 28.12.2012 № 1463 «О единых государственных системах координат» для использования при осуществлении геодезических и картографических работ установлена геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011). В настоящее время стоит вопрос о переходе ведения ГКН в ГСК-2011.

***Е. К. Никольский, А. В. Чечин***  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **БАЗА ДАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГИС «МЕГАПОЛИС»**

Геоинформационная система (ГИС) «Мегаполис» разрабатывалась в рамках научно-исследовательской работы по программе «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2011 годы)» как пилотная ГИС. В качестве объекта исследования выбрана территория Нижегородской агломерации, отражающая основные элементы урбанизированных территорий.

Структура тематической геоинформационной базы данных включает следующие основные блоки слоев: населенные пункты; дорожную сеть; облесенность; земли, почвы и ландшафты; гидрографию и гидрологию; гидродинамическое моделирование; геологию; гидрогеологию; гидрохимические процессы; негативные геологические процессы; рельеф; экологию, риски и уязвимость; памятники и особо охраняемые территории; пункты наблюдений. Тематические слои организованы в блоки (см. рисунок).



Структура организации тематических слоев

Тематические карты формируются из тематических слоев и слоев картоосновы. Тематические слои создаются с использованием показателей и статистических таблиц базы данных. Качественные показатели используют значения подстановки. Разработанная схема используется при функционировании действующей геоинформационной системы:

- при получении информации об объекте в ГИС «Мегаполис» диалоговое окно выводит данные, опираясь на справочник показателей;
- при настройке статистических расчетов показатели выбираются из справочника; и др.

Представлены фрагменты разработанных тематических карт показателей в соответствии со структурой, изложенной выше. Результаты выполненной работы могут быть использованы для повышения качества управления урбанизированными территориями.

**Е. В. Самохвалова**

(ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА, г. Кинель, Россия)

## АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ОЦЕНКИ ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ И ФОРМИРОВАНИЯ КАДАСТРА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Проблемы управления земельными ресурсами и землеустройства приобретают в последнее время все большее значение. Это обусловлено истощением ресурсной базы планеты, усилением противоречий, связанных с территориальным размещением хозяйственных объектов, формированием в России рынка земли [1, 2]. Возникает

необходимость инвентаризации земли и совершенствования механизма ее оценки в разных сферах деятельности, особенно в сельском хозяйстве, в котором земля является основным средством производства.

Важнейшей характеристикой агропроизводственной деятельности является урожайность сельскохозяйственных культур. В соответствии с этим кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения представляет собой выраженный в экономических показателях природный потенциал территории, позволяющий эту урожайность получать [3, 4].

В Российской Федерации, как и во многих странах мира, методика кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий основывается на бонитировке почвы. Причем ранжирование почв по плодородию и формирование агропроизводственных групп почв увязывается с продуктивностью сельскохозяйственных культур путем введения так называемого климатического коэффициента. Точность же и достоверность оценки во многом определяются качеством исходной информации о продуктивности культур.

В 2000-х годах методикой ГКОСУ в качестве показателя продуктивности установлены средние за 30 лет значения производственной урожайности зерновых культур [5]. И климатический коэффициент фактически оказался в зависимости не только от климата, но и от уровня и интенсивности земледелия в сельхозпредприятиях, их фондообеспеченности, специализации, кадрового потенциала и других факторов, которые не должны отражаться в оценке качества земли. Поэтому использование производственной урожайности в оценке сельскохозяйственных угодий заведомо влечет за собой погрешности.

Ныне действующей методикой оценки сельскохозяйственных угодий предусмотрено определение нормативной продуктивности сельскохозяйственных культур расчетным путем в зависимости от почвенно-климатических условий ее формирования [6]. Однако неоднородность распределения климатических ресурсов по территории учитывается лишь на уровне природных зон и соответствующих им земельно-оценочных районов (т. е. на макромасштабном уровне). При оценке земли на мезо- и микромасштабном уровнях, т. е. в пределах земельно-оценочных районов, разнообразию климатических условий должного внимания не уделяется.

Вместе с тем мезомасштабная территориальная изменчивость климатических факторов находится в пределах 11 %, как и характеристики почвы. Причем пространственные распределения характеристик климата не вполне соответствуют распределению показателей плодородия почвы (коэффициенты их взаимной корреляции находятся в пределах 0,3 в северной части области и до 0,65 – в южной). Все это говорит о том, что учет климата при оценке качества сельскохозяйственных угодий по остаточному принципу явно недостаточен. Необходим поиск новых подходов, позволяющих учитывать влияние климатического фактора на агропроизводство более полно и достоверно.

Целью данной работы является разработка методического обеспечения оценки сельскохозяйственных угодий на основе моделирования пространственно-временных рядов действительно возможной урожайности (ДВУ) зерновых культур. Основные задачи в этом направлении: математическое моделирование урожайности группы зерновых культур, анализ функции распределения ее временного ряда и оценка земель на примере Самарской области.

В связи с тем, что производственные урожаи методически не соответствуют задаче оценки земли, урожайность на госсортоучастках из-за редкой сортосети не дает достаточной пространственной детализации территории, а расчет нормативной продуктивности в соответствии с методическими рекомендациями [6] практически не учитывает мезо- и микромасштабную изменчивость климатических факторов, нами применено моделирование ДВУ основных зерновых культур в узлах пространственной сетки с шагом 10 км.

За основу взята динамическая модель формирования урожая [7], подробно описывающая процессы водного блока почвы. Модель нами адаптирована к условиям Самарской области. В ходе специально организованного полевого эксперимента и

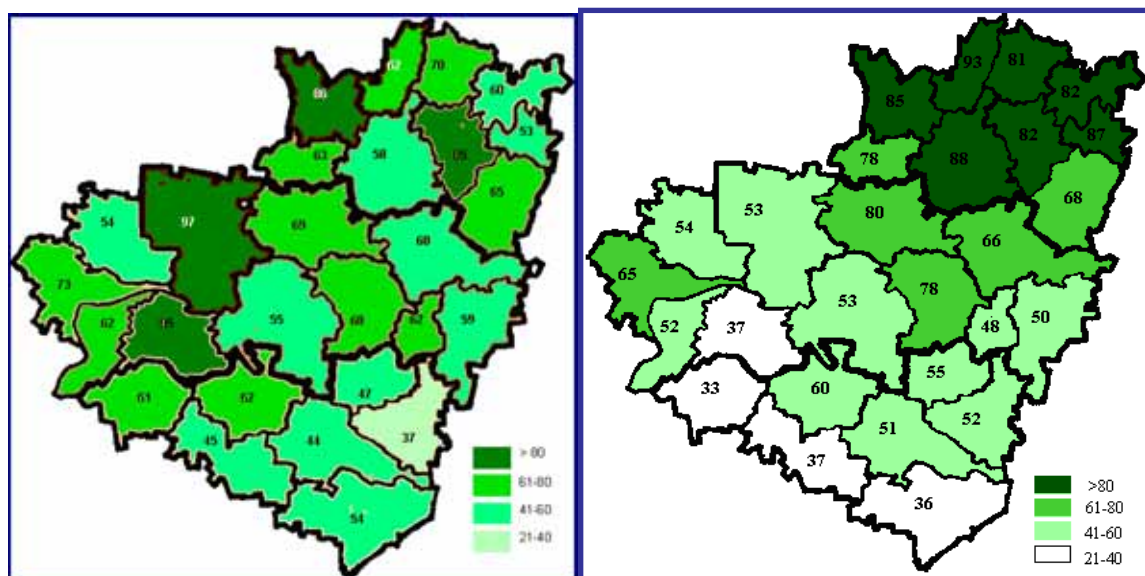
частично на основе научной и справочной литературы подобраны биологические параметры основных зерновых культур (озимой и яровой пшеницы, ячменя), отлажены модели их продукционного процесса.

Для пространственной реализации метода в рамках геоинформационной среды Z-Analitic нами создан программный комплекс «Агрометеорологическая информационная система территории» (ПК АМИСТ). Разработана электронная база данных, включающая картографическую информацию (карту административного деления, ландшафта, рельефа, почвенного покрова) и табличную (вектор начальных и управляющих данных, характеристику типов почвы, таблицы климата и биологических параметров культур).

В узлах пространственной сетки характеристики почв определяются по типам почвы на основе карты. Блок климатической информации формируется в результате интерполяции данных наблюдений 1–4 ближайших метеостанций (в радиусе 100 км). Имитационное моделирование ДВУ произведено в 400 погодных ситуациях, которые воспроизводятся на основе климатической информации с помощью метода Монте-Карло. В результате получены пространственные распределения действительно возможной урожайности зерновых культур. Коэффициент корреляции с климатическими показателями достигает 0,69 вместо 0,47 при расчете урожайности в сельхозпредприятиях.

В связи со значительной временной изменчивостью погодных условий в сельскохозяйственной науке за уровень стабильной урожайности культур принимается значение, обеспеченное в 70–80 % лет. Поэтому для агрометеорологической оценки территории нами наряду со средней урожайностью также использован показатель верхней квантили урожайности (уровня 75 %-й обеспеченности).

На рисунке представлен бонитет сельскохозяйственных угодий административных районов Самарской области, определенный на основе средней районной производственной урожайности (а) и квантили моделируемой урожайности (б). При совпадении диапазона изменения показателя по территории распределения различаются качественно. Причем второе более тесно связано с показателями почвенно-климатических ресурсов (коэффициент множественной корреляции – 0,83).



а

б

Бонитет сельскохозяйственных угодий Самарской области, балл:  
а – на основе средней производственной урожайности зерновых культур;  
б – на основе квантили моделируемой урожайности зерновых культур

Таким образом, в результате проведенной работы установлено преимущество использования моделируемой урожайности в задачах ГКОСУ вместо урожайности в сельхозпредприятиях. Обоснована необходимость учета пространственной неоднородности климатического фактора при моделировании распределения урожайности культур по территории не только на макро-, но и на мезомасштабном уровне. В связи со значительной временной изменчивостью погодных условий при оценке качества земель целесообразно учитывать не только средний уровень урожайности культур, но и показатели функции ее распределения.

Применение предлагаемой методики оценки сельскохозяйственных угодий на основе динамического моделирования производственного процесса и действительно возможной урожайности сельскохозяйственных культур объективно способствует повышению придообусловленности и достоверности результатов оценки.

#### Литература

1. Комов, Н. В. Роль земельного фактора в создании социально ориентированной рыночной экономики России / Н. В. Комов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2008, № 4, С. 5–11.
2. Лойко, П. Ф. Проблемы земельной политики и государственного управления земельными ресурсами в Российской Федерации / П. Ф. Лойко // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2008, № 2, С. 5–19.
3. Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А.В. Гордеев, А. Д. Клещенко, Б. А. Черняков, О. Д. Сиротенко. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 512 с.
4. Шашко, Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР / Шашко, Д. И. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 248 с.
5. Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий Российской Федерации / под общ. ред. А. З. Родина, С. И. Носова. – М.: Институт оценки природных ресурсов, 2000. – 152 с.
6. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения / под общ. ред. П. М. Сапожникова, С. И. Носова – М.: НП «Кадастр-оценка», 2011. – 124 с.
7. Сиротенко, О. Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем / О. Д. Сиротенко.. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 167 с.

**С. В. Еруков, А. Л. Мясников, Т. И. Шкидина**  
ОАО «Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие»,  
г. Н. Новгород, Россия)

#### **ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СО СТЕРЕО-ВАРИО ЭФФЕКТАМИ НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕГО НОВГОРОДА**

Современный рынок заполнен всевозможной и разнообразной картографической продукцией. Очень сложно удивить своих клиентов новым видом карт, получаемых при помощи полиграфического производства. Желание быть на шаг впереди конкурентов, выгодно отличаться от них и показать себя и свой товар с самой выигрышной стороны привело к анализу и использованию технологии «Стерео-варио».

Внедряя в производство карт указанную технологию, мы надеемся привлечь большее число потребителей картографической продукции.

По данным исследований зарубежных компаний, применение стереоизображений увеличивает объем продаж на 51 % в сравнении со статическим изображением. Они обладают лучшими показателями привлечения внимания за счет своих эффектов, их долго рассматривают, т. к. они более интересные и оригинальные,

они лучше запоминаются, о них часто рассказывают другим людям, упоминая наименование производителя, и т. д.

Для начала разберемся, как человек воспринимает предметы окружающего мира. Способность человека одновременно чётко видеть изображение предмета обоими глазами называют бинокулярным зрением. Поскольку глаза у человека расположены на расстоянии в среднем 65 мм, один и тот же предмет разными глазами виден по-разному – с разных ракурсов. Именно этот факт позволяет определять расстояние до объекта и видеть объекты мира в объёме. Существуют также и другие факторы, такие как блики, тени и др.

Получить стереоизображение на плоскости можно разными способами. Делается несколько снимков одного и того же предмета с разных ракурсов, тем самым моделируется взгляд человека на один и тот же объект левым и правым глазом. Для создания стереоизображения потребуется набор снимков (около 12), полученных с разных ракурсов. Это может быть несколько кадров, сделанных при помощи обычного цифрового фотоаппарата или набор кадров, полученных в какой-нибудь программе трехмерного моделирования.

Карта Нижнего Новгорода со стереоизображением и анимацией создана в мае 2012 г. специалистами Верхневолжского аэрогеодезического предприятия. При создании карты использована технология изготовления стерео/варио продукции с помощью линзовых растров.

На карте использовано совмещение различных эффектов – псевдостерео-эффект, создающий иллюзию разноудаленности (по глубине) объектов карты, при этом сами объекты остаются плоскими, и варио-изображение в виде анимации – движение объекта, в данном случае товарного знака ВАГП.

Несмотря на эффектное восприятие и непривычное для карты яркое художественное оформление, это не просто картинка, а математически определенная модель Земной поверхности, территории Нижнего Новгорода, что позволяет производить по ней метрические работы с учетом, конечно, внесенных поправок в искажения. Кроме того, следует отметить ее высокую художественную ценность.

Технология создания карты со стереоизображением состоит из нескольких этапов:

1. Получение исходного изображения.
2. Кодирование изображения.
3. Печать.
4. Наклеивание линзового растра.

*Получение исходного изображения.* Для создания карты со стереоизображением была использована карта Нижнего Новгорода масштаба 1:10 000 в полном объектовом составе. Следует учесть, что использование линзового растра не позволяет отражать мелкие детали, подписи и отдельные условные знаки. Для подготовки исходного изображения потребовалась достаточно жесткая генерализация картографического содержания, исправление шрифтов, разработка новых условных обозначений, таких как канатная дорога, знаки портов и пристаней, крупных храмов и монастырей, территорий садовых участков. Исходное картографическое изображение было дополнено полутоновой отмывкой рельефа.

Особое внимание привлекает художественное оформление зарамочного содержания карты. Все оформление создает образ небесного тела в космическом пространстве. Над территорией города виден спутник системы «Глонасс» с лучом, направленным на ВАГП.

Для изготовления карты города использовано так называемое псевдо-стерео изображение, для чего в программе Photoshop был подготовлен шаблон с несколькими слоями (в данном случае их 15). Слои в программе Photoshop располагаются в соответствии с порядком размещения глубин на карте города. К слоям элементов содержания добавлена полутоновая маска. С помощью этой маски выражается объемность объекта внутри слоя, в пределах глубины слоя.



*Кодирование изображения.* Перед выполнением кодирования на каждую партию линзового растра выполняются работы по точному определению оптической линиатуры растра. Кодирование выполняется с использованием специальных программных средств. При кодировании изображения слои карты будут сдвигаться влево и вправо, имитируя глубину данных слоёв. Загрузив шаблон в специальное программное обеспечение, можно заменить, добавить или удалить один или несколько слоёв, настроить глубину каждого слоя как в ручном, так и в автоматическом режиме настройки глубины слоёв.

*Печать.* Печать карты с прикаткой к линзовому растру через оптически прозрачную плёнку выполнена на одном из предприятий г. Москвы. Размер карты 120\*130 см и выбран с учетом размера линзового растра, максимальная ширина линзового растра составляет 120 см, длина может быть любой.

*Наклеивание линзового растра.* Следующий этап работы – точное позиционирование кодированного изображения относительно линзового растра. Этап очень ответственный, от точности выполнения данного процесса зависит качество стереоизображения карты.

И последний этап работы – подбор и оформление карты в профиль. Мы выбрали профиль серебряный; 1экз. карты оформлен в матовый профиль, другой – в гляцевый.

*Что не реализовано:*

Не смогли правильно выбрать соотношение объемов внутри каждого слоя, что не обеспечило должного визуального восприятия. При правильном подборе глубины внутри каждого слоя стереоэффект будет более выразительным.

Было желание отобразить разницу высот правого и левого берегов р. Оки, глубокие овраги нагорной части города, высокие фермы канатной дороги, хотелось создать анимационные изображения храмов города.

В настоящее время предприятие работает над созданием стерео карты России с территориями Арктики – бывших до 1997 г. северных полярных владений России. Подбирается проекция картографического материала, выполняются работы по созданию условных знаков и элементов содержания карты с учетом восприятия в 3D-изображении, решаются вопросы цветового оформления карты и произведения в целом, выполняется создание моделей глубин в специальном программном обеспечении и многое, многое другое.

Несмотря на то, что у данного направления перспективы просто головокружительны, оборудование и сам процесс производства не совсем дешев, а потому позволить себе его могут пока немногие. Зато те специалисты, которые уже работают со стерео-варио, полностью отдают себе отчет в том, что такая продукция привлекает внимание потенциальных потребителей намного сильнее, чем стандартные изображения, отпечатанные на простой бумаге, пленке или акриле. Поэтому есть смысл утверждать, что будущее именно за стерео-варио, и в самом скором времени именно такие объемные картинки будут украшать не только обложки книг и журналов, но и широко использоваться при создании карт.

**В. П. Сухомлин**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ (РАЙОНА)**

Земельная реформа 90-х годов прошлого века послужила началом коренных преобразований в сфере земельных отношений России. Это было вызвано целым рядом причин социально-экономического, экологического и политического характера. За годы реформы коренным образом изменена структура земельной собственности.

Переход к рынку, введение частной собственности на землю, многообразие форм хозяйствования и платность за землю, показывают, что прежние методы управления в использовании земельных ресурсов, сформировавшиеся в дореформенный период, в новых условиях являются неэффективными.

Все это приобретает особую актуальность и необходимость в разработке новых принципов, методик, подходов и условий функционирования системы управления землями различных категорий, где должны учитываться экономические, правовые, организационные, социальные и другие особенности в использовании земельных ресурсов на современном этапе.

Необходимо отметить, что в настоящее время за счет средств субъектов РФ (муниципальных образований) были разработаны проекты территориального планирования на большинство райцентров, а также частично на отдельные наиболее крупные населенные пункты. При этом вопросы территориального планирования межселенных территорий не затрагивались, и схемы землеустройства не составлялись.

В связи с этим, чтобы понять, на чем базируется механизм управления и использования земельных ресурсов области, района или муниципального образования, считаем, что необходимо начать изучение механизма управления с районной административной единицы. В соответствии с законом РФ «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ», административный район представляет собой наиболее выгодную административную единицу, где территориальные, городские и сельские населенные пункты в совокупности объединены общей территорией, в пределах которой осуществляется местное самоуправление. Именно на этом уровне, мы считаем, имеется сложившаяся система управления земельными ресурсами, хозяйственно-экономический комплекс, включающий систему предприятий, производственную и социальную инфраструктуру, а также природные и экономические ресурсы. При этом выбранная территория района должна отражать процессы оборота земель сельскохозяйственного назначения и оборот земель на урбанизированных территориях и должна иметь прогноз развития земельных отношений на территории административно-территориального образования (района).

В этих условиях важное значение имеют проект территориального развития на урбанизированных территориях, базирующийся на Градостроительном кодексе РФ, и схема землеустройства района на межселенные территории, базирующаяся на Земельном кодексе.

На основании вышесказанного при разработке проекта территориального планирования административного территориального образования необходимо в составе проекта разработать схему землеустройства района. В ней рассматриваются вопросы управления собственностью и прогнозирования использования земельных ресурсов и земель различных категорий.

В связи с тем, что управление территорией административно-территориального образования (района) базируется на основе территориального планирования в основном на землях населенных пунктов, то при разработке схемы землеустройства территории административно-территориального образования (района) обеспечивается

сбалансированность, количественная и качественная пропорциональность основных факторов производства – земли, труда и инвестиций, на межселенных территориях, что способствует взаимоувязке организации использования территории, сельскохозяйственного производства и расселения.

Полезность тех или иных мероприятий схемы оценивается в связи с различной ролью земли в общественном производстве, различными видами эффективности (экологической, экономической и социальной).

Экономическая эффективность характеризуется созданием условий для включения земельных ресурсов в экономику страны: увеличением поступлений платежей за землю в бюджет административно-территориального образования (района), ростом валового внутреннего продукта за счет оптимизации структуры производства и его территориального размещения, улучшения и развития различных форм собственности, землевладения и землепользования, земельного оборота, ипотеки, более интенсивного использования земель при выполнении природоохранных требований.

Экономический эффект и эффективность при управлении земельными ресурсами и использовании земель административно-территориальных образований будут достигнуты за счет следующих землеустроительных организационно-территориальных мероприятий:

1) Изучение состояния и инвентаризация всех земель района, что позволит выявить и выделить особо ценные угодья, а также выявить неучтенные и самовольно захваченные земельные участки, что позволит поставить их на кадастровый учет и таким образом увеличить размер налогооблагаемой базы региона, дифференцировать кадастровую стоимость земельных участков, размеры земельного налога, убытков и потерь, включая упущенную выгоду при предоставлении и изъятии земель;

2) Идея совершенствования качества сельских советов и других административно-территориальных образований создает единое экономическое пространство на их территориях и обеспечивает улучшение использования земли и сбор налоговых платежей на территории района;

3) Завершение разграничения земель государственной собственности на собственность РФ, субъектов РФ и муниципальных образований позволит обеспечить эффективное использование земель и иной недвижимости и привлечение инвестиций;

4) Вовлечение в активный сельскохозяйственный оборот 20 % или примерно 400 000 га неиспользуемых пахотных земель повысит валовые сборы сельскохозяйственных культур, выручку от реализации товарных сельскохозяйственных культур и обеспечит устойчивость кормовой базы животноводства;

5) Вовлечение в активный оборот земель, прилегающих к населенным пунктам, с целью развития жилищного строительства путем выкупа, передачи в аренду или предоставления земельных участков путем продажи через аукцион;

6) Упорядочение землевладений и землепользований, при котором предусматривается устранение недостатков в использовании земли (чересполосицы, дальнотелье, вклиниваний и др.), снижает издержки производства;

7) Образование новых форм собственности и хозяйствования землевладений и землепользований, при которых предусматривается перераспределение земель, находящихся на сегодняшний момент в ведении хозяйств в пользу более эффективных коллективных и частных сельскохозяйственных организаций и установления их границ на местности;

8) Предотвращение ущерба и потерь за счет деградации земель и вывода их из сельскохозяйственного использования.

В результате рассмотрения перечня землеустроительных организационно-территориальных мероприятий предлагаются различные виды расчетов экономического эффекта от реализации некоторых землеустроительных организационно-территориальных мероприятий по управлению земельными ресурсами административно-территориальных образований:

1. При проведении сплошной инвентаризации различных земель района будут выявлены не менее 10 % земель сельскохозяйственного назначения, 5 % земель промышленности, 3 % земель особо охраняемых территорий, объектов водного фонда и других земельных угодий, необлагаемых налогами.

Соответственно экономический эффект от проведения инвентаризации земель определенной категории:

$$\mathcal{E}_и = P_{кат} \cdot \alpha \cdot N_{кат} - Z_{кат},$$

где  $\mathcal{E}_и$  – экономический эффект от проведения инвентаризации земель определенной категории, руб.;  $P_{кат}$  – площадь категории земель, га;  $\alpha$  – доля земель категории, необлагаемых налогами, выявленная в процессе инвентаризации земель;  $N_{кат}$  – средняя ставка земельного налога на земли данной категории, руб./га;  $Z_{кат}$  – затраты на проведение инвентаризации земель данной категории, руб.

2. Посредством проведения регулярной оценки качества земель обеспечивается дифференцированный подход к налогообложению земельных участков. Заложенные в новой системе налогообложения принципы позволят с учетом реальной ценности земель более гибко перераспределять налоговое бремя между административно-территориальными образованиями, максимально пополняя бюджет. Например, проведение кадастровой оценки земель на территории РФ в 1997–2003 гг. позволило ежегодно собирать земельные платежи в консолидированный бюджет страны на 11 % больше. Таким образом, экономический эффект от проведения оценки качества земли будет следующим:

$$\mathcal{E}_{ок} = ZN_{ато} \cdot \beta - Z_{ок},$$

где  $\mathcal{E}_{ок}$  – экономический эффект от проведения оценки качества земли, руб.;  $ZN_{ато}$  – размер ежегодного собираемого земельного налога в бюджет административно-территориального образования, руб.;  $\beta$  – процент увеличения поступлений земельных платежей в связи с проведением оценки качества земель, %;  $Z_{ок}$  – затраты на проведение оценки качества земель, руб.

3. Экономический эффект от разграничения земель государственной собственности на собственность РФ, субъектов РФ и муниципальных образований достигается за счет проведения структурных изменений в экономике на основе создания развитой информационной структуры, позволяющей обеспечить эффективное использование земель и иной недвижимости, что дает возможность привлекать инвестиции более крупного порядка. Инвестиции в предприятия, перешедшие в собственность РФ, субъектов РФ и муниципальных образований, увеличатся не менее чем на 4–5 % от сегодняшнего уровня инвестиций в государственный сектор экономики. Экономический эффект от проведения разграничения государственной собственности на землю посредством привлечения инвестиций:

$$\mathcal{E}_{раз1} = I_{гос} \cdot \eta - Z_{раз}$$

где  $\mathcal{E}_{раз1}$  – экономический эффект от проведения разграничения государственной собственности на землю посредством привлечения инвестиций, руб.;  $I_{гос}$  – размер ежегодных инвестиций в предприятия и организации, использующие землю в государственной собственности, руб.;  $\eta$  – отношение величины инвестиций в частный сектор экономики к инвестициям в государственный сектор экономики;  $Z_{раз}$  – затраты на проведение разграничения государственной собственности на землю, руб.

Кроме того, предусматривается предоставление земельных участков, которые при разграничении государственной собственности будут отнесены к собственности РФ, субъектов РФ и муниципальных образований, гражданам и юридическим лицам на торгах.

При этом стоимость 1 га установлена исходя из кадастровой стоимости земельных участков различных категорий. Доходы от проведения данного мероприятия рассчитаны следующим образом:

$$\mathcal{E}_{раз2} = P_{пр} \cdot S_{кат},$$

где  $\mathcal{E}_{раз2}$  – экономический эффект от проведения разграничения государственной собственности на землю посредством предоставления земельных участков гражданам и юридическим лицам на торгах, руб.;  $P_{пр}$  – площадь предоставляемых земель гражданам и юридическим лицам данной категории, га;  $S_{кат}$  – кадастровая стоимость земельного участка данной категории, руб./га.

Общий экономический эффект от проведения разграничения земель государственной собственности:

$$\mathcal{E}_{раз} = \mathcal{E}_{раз1} + \mathcal{E}_{раз2}.$$

В результате реформ образуется множество собственников, которые будут относиться к собственности РФ, субъекта РФ, а также муниципальной и частной собственности.

Это позволит более эффективно использовать земельные ресурсы и недвижимость, что будет способствовать росту сбора налоговых платежей.

Финансирование проекта территориального планирования административно-территориального образования и схемы землеустройства района должно осуществляться за счет средств РФ, субъектов РФ, муниципальных образований (района) и сельскохозяйственных организаций, а также отчислений от продажи государственных земель в частную собственность, продажи прав аренды на недвижимость и средств от аренды прав на землю.

В результате проведения землеустроительных организационно-территориальных мероприятий разработанная схема землеустройства будет являться основой для разработки проекта развития территории административно-территориальных образований, а также земель районного центра и других населенных пунктов района, что будет способствовать развитию рыночного оборота земель различных категорий и привлекать инвестиции в строительство жилья, промышленных предприятий, дорог, сельское хозяйство. Все это будет способствовать экономическому развитию муниципального образования и росту будущих доходов административного района.

***Е. А. Забалуева***

*(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)*

## **МЕТОДЫ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ОЦЕНКЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЗОНЫ ГОРОДА КСТОВО НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Город Кстово является крупным промышленным центром, на территории которого сосредоточены предприятия различных отраслей промышленности. По объему промышленного производства после городов Нижнего Новгорода и Дзержинска Кстово занимает третье место в области. Высокие темпы развития промышленности достигнуты в результате технического перевооружения предприятий, внедрения современных научно-технических достижений и мероприятий, повышающих

эффективность производства. Направление экономического развития города определяют сильно развитые нефтепереработка и нефтехимия – ведущие отрасли индустрии, а также энергетика, стройиндустрия и предприятия обрабатывающей промышленности. В городе располагается один из крупнейших нефтеперерабатывающих заводов. Все эти предприятия расположены в 5 км к югу от г. Кстово и выделены в так называемую Кстовскую промзону. В ее состав входит множество предприятий, самыми крупными из них являются:

- ООО «ЛУКОЙЛ – Нижегороднефтеоргсинтез»;
- Новогорьковская ТЭЦ;
- ЛПДС «Староликеево» ГРНУ;
- ООО «Газэнергосеть-Н.Новгород» (Кстовская ГНС);
- нефтехимический завод ООО «Сибур-Кстово»;
- промывочно-пропарочная станция Зелецино.

Эти предприятия внесены в реестр потенциально опасных объектов Нижегородской области. В первую очередь это связано с хранящимися и перерабатываемыми на объектах опасными веществами. Отнесение объекта к тому или иному классу связано с количеством этих опасных веществ.

Так как основной отраслью промышленности по экономической значимости и по занимаемой территории в Кстово является нефтепереработка, то основная доля воздействия на окружающую среду и на прилегающие территории приходится на предприятия этой отрасли.

ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез» — предприятие топливно-масляного профиля, перерабатывает смеси нефти из Западной Сибири и Татарстана. Нефть на завод поступает по двум нефтепроводам: Альметьевск – Нижний Новгород и Сургут – Полоцк. Готовая продукция отгружается железнодорожным, автомобильным и речным транспортом, а также по трубопроводу.

ЛПДС «Староликеево» является крупным нефтеперекачивающим узлом в системе трубопроводного транспорта и выполняет ключевую роль в снабжении нефтью нефтеперерабатывающих предприятий Центрального района России. На ЛПДС «Староликеево» осуществляется приём нефти с магистральных нефтепроводов Альметьевск – Нижний Новгород, Сургут – Полоцк. Подача нефти ЛПДС «Староликеево» производится в нефтепроводы Нижний Новгород – Рязань 1,2, Нижний Новгород – Ярославль и на установки нефтеперерабатывающего завода «Лукойл». В состав основных сооружений нефтеперекачивающей станции, помимо прочего оборудования, входит резервуарный парк и 3 насосных цеха.

Работа любого промышленного предприятия связана с негативным воздействием на окружающую среду в реальном масштабе времени (ежедневным) и в ожидаемом (потенциальном). Эти объекты должны находиться под пристальным вниманием контрольных органов. Кроме того, периодически должен проводиться мониторинг территории предприятий и прилегающих к ним земельных участков, а также должна производиться комплексная оценка угроз и рисков, исходящих от предприятий этой отрасли.

Одним из наиболее полных и объективных источников такой информации являются космические снимки. Они обладают рядом уникальных свойств, обеспечивающих проведение мониторинга территорий промышленных объектов. Космические снимки позволяют проводить наблюдение и контроль за объектом, включающий процедуры анализа риска, измерения параметров технологического процесса на объектах, выбросов вредных веществ, состояния окружающей среды на прилегающих к объекту территориях.

Анализ разновременных космических снимков позволяет контролировать строительство и установку новых резервуаров, производить оценку соответствия пространственного положения объектов проектной документации, анализ использования элементов промышленной инфраструктуры, судить о состоянии выводимых из эксплуатации и демонтируемых объектов.

Весомый вклад в состояние атмосферы вносит сжигаемый попутный нефтяной газ – смесь газов различного состава и фазового состояния. Нефтяные факелы и рост масштабов горения четко прослеживаются на космических снимках.

В связи с увеличивающимися темпами производства в Кстовской промзоне и введением в эксплуатацию предприятия «Русвинил» производится увеличение мощности ТЭЦ. В настоящее время вводится новый энергоблок и ведется строительство двух дымовых труб. С учетом весомого вклада ТЭЦ в загрязнение атмосферы сегодня несложно предположить, что с увеличением мощности экологическая ситуация только усугубится.

При выявлении промышленных объектов на снимках незаменимым инструментом являются видеообразы с режимом съемки в инфракрасном спектральном диапазоне. Тепловое загрязнение является результатом рассеивания в окружающей природной среде энергии, выделяющейся в многообразных тепловых процессах, прежде всего связанных со сжиганием топлива. Поэтому наиболее концентрированное тепловое загрязнение можно наблюдать в местах размещения промышленных объектов. Над территорией Кстовской промзоны отчетливо видно «тепловое облако» красного цвета, которое обобщенно показывает изменение температурного фона на этой территории.

Шлейфы дымов от промышленных предприятий также хорошо видны из космоса. На космических снимках видны зоны распространения дымовых шлейфов над жилыми кварталами. Это явление также носит негативный характер, так как в составе этих выбросов присутствуют множество химических веществ и механических взвесей, состав которых зависит от специфики работы того или иного предприятия. Особенно густые клубы дыма можно наблюдать от Новогорьковской ТЭЦ, расположенной в Кстовской промзоне.

Таким образом, применение методов космической съемки для выявления негативных антропогенных процессов является источником независимой и актуальной информации о состоянии изучаемой территории и может быть использовано наряду с наземными методами контроля изменения состояния окружающей среды.

***Н. Н. Горохова***  
(ННГАСУ Н. Новгород, Россия)

## **О ПОЧВАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Нижегородская агломерация расположена в двух почвенно-географических зонах, поэтому естественный почвенный покров весьма различен и представлен дерново-подзолистыми, болотно-подзолистыми, болотными и серыми лесными почвами. Однако на территориях поселений создается своя урбозкосистема, несколько нивелирующая различия.

Урбозкосистема – природная городская среда, состоящая из фрагментов природных систем, окруженных домами, промзонами, автодорогами. Характеризуется наличием новых типов искусственно созданных экосистем в результатах деградации, разрушения, уничтожения и замещения природных систем. Основные черты этой системы – запечатанность территории (50–80 %), уменьшение почвенного покрова, ухудшение почвенно-гидрологических условий (подтопление, заболачивание, захламенение), нарушенность биокруговорота, сокращение биоразнообразия, увеличение числа патогенных микроорганизмов.

Городские почвы – это почвы, под определение которых не всегда подходит классическое понятие почвы как природного естественно исторического тела. Городская почва является биокосной системой, состоящей из твердой, жидкой и газовой фаз с непременно участии живой фазы, выполняющей определенные экологические функции. Почвы в городе образуются под воздействием тех же

факторов почвообразования, что и естественные (природные) почвы при главном ведущем урбоантропогенном факторе.

На урбанизированных территориях можно встретить следующие типы почв:

- естественные почвы;
- поверхностно-преобразованные естественные почвы;
- урбаноземы: преобразованием затронуто более 50 см профиля;
- урботехноземы (почвогрунты);

Урбанозем – новый тип почв, это генетически самостоятельные почвы, обладающие как чертами природных почв, так и специфическими свойствами.

Зрелая городская почва – мощный урбанозем, сформированный на древнем культурном слое, характеризуется мощным, темноокрашенным, органическим горизонтом – урбик. Профиль его часто растет вверх за счет напыления или антропогенного поступления материала.

В урбаноземах, несмотря на нарушенность и искусственное создание почвенного профиля, большую его засоренность разного рода включениями, протекают процессы гумусообразования, выноса и перераспределения минерального вещества, глееобразования. Степень выраженности этих процессов различна и зависит от возраста наноса, условий использования участка и ряда других обстоятельств.

Урботехноземы – это полностью нарушенные, перемешанные со строительным мусором грунты, сверху прикрытые небольшим слоем почвенной, торфяно-компостной смеси.

Большинство профилей городских почв нарушено, а времени, за которое почвообразовательный процесс сформирует генетический профиль почвы, обычно недостаточно.

Любое поселение имеет на своей территории следующие типы и функции землепользования:

- земли городской и сельской застройки;
- земли общего пользования и промышленная зона;
- земли природно-рекреационной и природоохранной зон;
- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли резерва.

Функциональные зоны города и почва в пределах этих зон находятся под влиянием социально-экономических, политических и административных целей градостроительства.

Каждая из зон городских земель состоит из:

1) запечатанных (непроницаемых) территорий: под жилыми зданиями, дорогами, тротуарами, складскими и производственными помещениями и другими строениями и коммуникациями; эти земли лишены естественного водного и воздушного обмена;

2) открытых незапечатанных (проницаемых) территорий, представляющих собой почвы и почвогрунты разной степени антропогенной нарушенности.

Именно незапечатанные городские земли выполняют санитарно-гигиенические, экологические и биосферные функции, столь важные для полноценного качественного уровня жизни городского населения.

В свою очередь, незапечатанные территории подразделяются на:  
а) озелененные территории, покрытые растительным покровом, почвы которых сохраняют экологические функции (скверы, парки, лесопарки, газоны и т. д.  
б) неозелененные или слабо озелененные территории, на которых растительность расположена фрагментарно и представлена главным образом рудеральными видами или сорняками (пустыри, внутриворонные пространства и т. д.). Экологические функции развитых там почв трансформированы, деградированы или сильно нарушены. Такие территории встречаются во всех категориях земель.



Почвы несут на себе отпечаток качества и вида того или иного землепользования. Это позволяет предположить, что тип землепользования – формирующий фактор почвенной эволюции в городских и промышленных районах. После отложения материала (насыпного, намывного или перемешанного грунта) начинается взаимодействие урбаногенных факторов и факторов природного ландшафта, таких как климат, растительность и вода. Через вовлечение в землепользование единичные участки становятся связанными между собой в единый почвенно-геохимический ландшафт.

Для поддержания и сохранения экологически сбалансированного каркаса города и биоразнообразия, а соответственно и способности города к самоочищению необходимо определенным образом структурировать город – в существующих почвах следует усиливать и активизировать набор позитивных экологических функций, а также создавать их вновь в свежем нарушенном или насыпаемом грунте.

**А. Г. Горохова**

(ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет»,  
г. Пенза, Россия)

### **ОЦЕНКА ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ.**

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами является одной из важнейших экологических проблем современности. Основной средой, в которой происходит депонирование тяжелых металлов, является почва. Содержание в ней тяжёлых металлов является очень динамичным показателем в связи с тем, что, во-первых, эти элементы постоянно поступают в окружающую среду с выбросами экологически опасных промышленных объектов и в результате хозяйственного использования земель, во-вторых, активно вовлекаются в биогеохимические циклы, изменяющие их содержание, формы нахождения, подвижность и биологическую доступность для живых организмов.

Сведения о фоновых концентрациях тяжёлых металлов в почвах, находящихся под лесной растительностью, довольно ограничены. Поэтому целью данной работы было изучение фоновых концентраций свинца, никеля, меди и цинка в различных разновидностях серых лесных почв в лесном массиве Пензенской области. Пробоотбор осуществлялся в процессе мониторинга в течение трех лет с частотой не менее двух раз в год (в период отсутствия устойчивого снежного покрова). В результате были установлены средние значения содержания тяжёлых металлов в различных разновидностях незагрязненных серых лесных почв, находящихся под лесной растительностью.

Для определения массовых концентраций валовых форм тяжёлых металлов использовался метод рентгенофлуоресцентной спектроскопии с волновой дисперсией. Для определения кислоторастворимых форм тяжелых металлов использовался метод атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Для 5 пробных площадок были изучены морфологические особенности строения почвенного профиля и факторы их почвообразования.

*Исследовались почвы:*

Светло-серые лесные супесчаные с различной мощностью гумусово-аккумулятивного горизонта на слоистых отложениях, серая лесная контактно-луговая легкосуглинистая, темно-серая лесная тяжелосуглинистая, болотная торфянисто-глеевая.

В результате изучения среднего фонового содержания тяжелых металлов в различных разновидностях серых лесных почв установлена сильная вариабельность названных показателей для почвенного покрова района исследований. Максимальные фоновые концентрации свинца и меди отмечены для болотной торфянисто-глеевой

маломощной почвы, что, вероятно, связано с фиксацией металлов в виде нерастворимых соединений, образующихся в анаэробных восстановительных условиях, характерных для данной почвы. Содержание свинца в разновидностях почв серого лесного типа было ниже. Отмечено двухкратное превышение содержания меди в сравнении со средним фоновым для темно-серой тяжелосуглинистой и серой лесной контактно-луговой легкосуглинистой почв. Фоновые концентрации никеля также сильно отличались для изученных разновидностей: минимум отмечен для светло-серой лесной супесчаной и болотной торфянисто-глеевой; трехкратное повышение содержания никеля отмечалось для темно-серой тяжелосуглинистой и серой лесной контактно-луговой легкосуглинистой.

Изучение фонового содержания кислоторастворимых форм тяжелых металлов показало, что оно характеризуется меньшей вариабельностью. Максимальное содержание отмечено в темно-серой среднemocной тяжелосуглинистой почве. Высокие концентрации кислоторастворимых форм тяжелых металлов в гумусированной темно-серой лесной почве обусловлены увеличением доли металлов, связанных с органическим веществом, легко экстрагируемых кислотой.

Учитывая высокую вариабельность наблюдаемых фоновых концентраций в пределах почв, необходимо проявлять определенную осторожность в процессе интерпретации полученных результатов мониторинга почв. Кроме того, для получения надежных данных о динамике эколого-гигиенического состояния почв следует проводить детальное изучение фоновых содержаний тяжелых металлов для систематических единиц почв более низкого ранга и по всему генетическому профилю.

Помимо «нормального» распределения тяжелых металлов, когда содержание их уменьшается при переходе от горизонта А к материнской породе, были отмечены и противоположные явления.

Таким образом, разновидности серых лесных почв отличаются друг от друга по содержанию изученных химических элементов.

**А. Ж. Калиев, А. Г. Дамрин**  
(ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,  
г. Оренбург, Россия)

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЙОНЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ДЛЯ ПОСТАНОВКИ НА КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ**

Искусственные водоёмы представляют собой аквально-антропогенные системы, оказывающие разностороннее воздействие на геоэкологическую обстановку прилегающих природно-территориальных комплексов и бассейна реки в целом. В условиях степной зоны водохранилища имеют высокую природоохранную, биоресурсную и рекреационную значимость, в связи с чем возникают различные геоэкологические проблемы, связанные с противоречиями современных видов землепользования. Поэтому для акваторий и побережий водохранилищ необходима разработка системы хозяйственного использования, концепции устойчивого развития и нормативно-законодательной базы для её внедрения.

Ириклинское водохранилище – наиболее крупный на Южном Урале и в Оренбургской области искусственный водоём, оказывающий влияние на гидрологический режим, биологическую продуктивность, видовое разнообразие флоры и фауны в пределах акватории и прилегающих ландшафтов. Водоохранилище является «регулятором» водности среднего течения реки Урал, оказывающим существенное воздействие на самоочистительную способность и биологическую продуктивность.

Ириклинское водохранилище создано с целью гарантированного удовлетворения водохозяйственных потребностей восточной и центральной частей Оренбургской области, прежде всего Орско-Халиловского металлургического комбината, Гайского горно-обогатительного комбината, промышленности и коммунального хозяйства г. Орска. Поскольку для среднего течения р. Урал характерна крайняя неравномерность распределения стока как в пределах года, так и в течение многолетнего периода, со строительством водохранилища была решена проблема защиты городов Орска и Новотроицка от наводнений за счет срезки пиков высоких половодий [1].

Одна из форм оптимизации землепользования на побережьях крупных водохранилищ в целях улучшения геоэкологического состояния водных объектов – установление водоохраных зон и прибрежных защитных полос, что отражено в постановлении Правительства РФ № 1404 от 23.11.1996 г. [3, 5].

Ширина водоохранной зоны Ириклинского водохранилища установлена в 1000 м распоряжением администрации Оренбургской области № 1022-р от 18.12.1996 г. На территории водоохранной зоны вдоль берега водохранилища выделены прибрежные полосы шириной 500 м, основное назначение которых – санитарно-защитные функции.

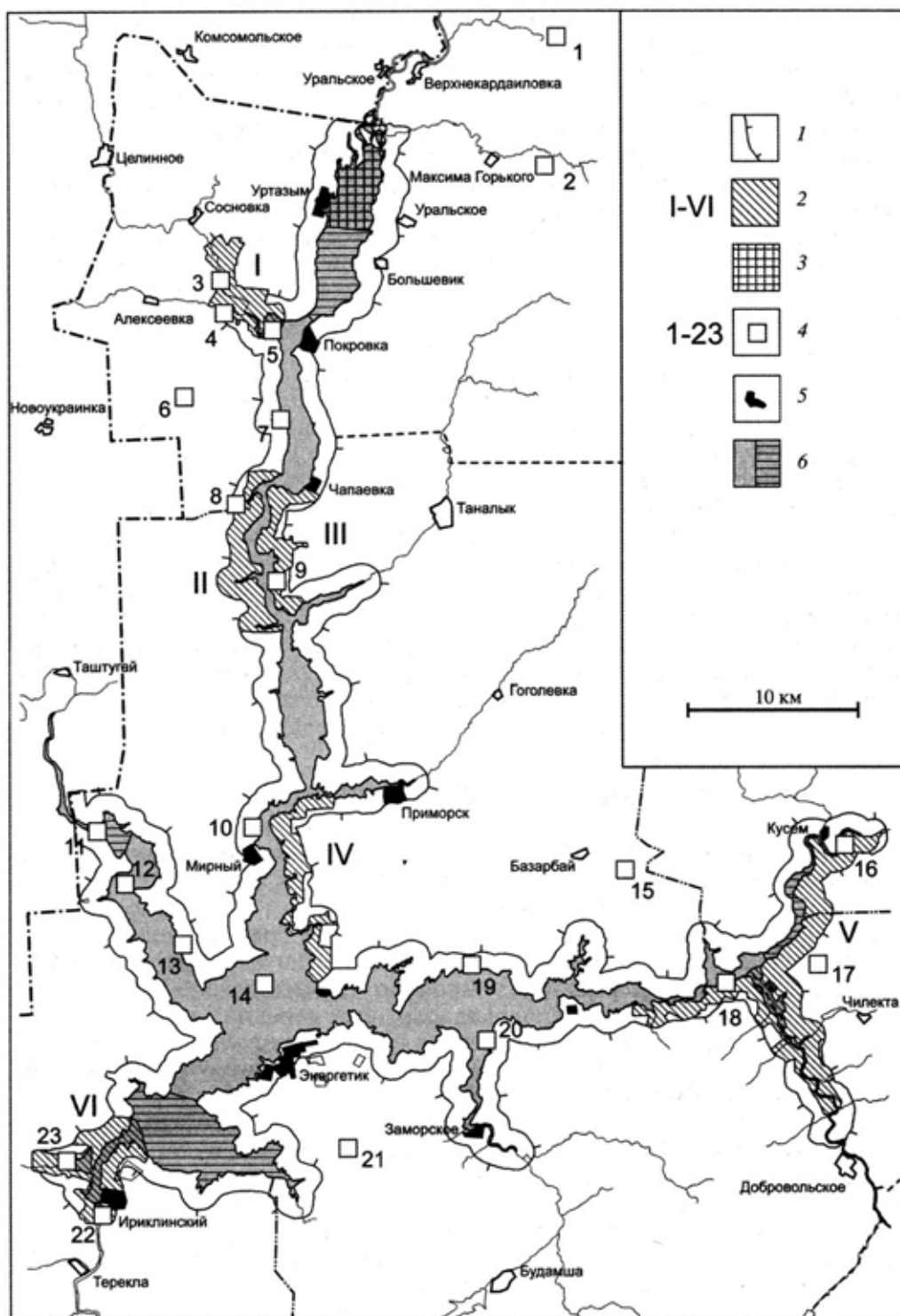
Вместе с тем установление специальных режимов водоохраных зон и прибрежных защитных полос не решает полностью специфических проблем рационального природопользования на акватории и побережье водохранилища и не обеспечивает должной охраны природных ресурсов.

Будучи крупным рекреационным центром на востоке Оренбургской области, Ириклинское водохранилище не имеет соответствующего его природно-хозяйственному режиму статуса. В 2001–2002 гг. Институтом степи УрО РАН по заданию ФГУ «Оренбургского территориального фонда геологической информации» было разработано «Технико-экономическое обоснование организации и развития природного парка на акватории и побережье Ириклинского водохранилища» [3, 4]. Основные цели работы: изучение природных и социально-экономических особенностей акватории и побережья Ириклинского водохранилища, анализ современной геоэкологической и рыбохозяйственной ситуации, оптимизация землепользования для организации природного парка, разработка основ и принципов его функционирования.

С учетом приведенных выше положений, современной структуры хозяйственного использования, сохранности и уникальности природных объектов и перспектив рекреационного освоения района выделены следующие функциональные зоны природного парка:

1. Рекреационная зона, включающая 6 участков наиболее перспективного туристического освоения.
2. Заповедная зона в верховьях водохранилища – ценный рыбохозяйственный и орнитологический объект, наиболее активная в геодинамическом плане часть водохранилища.
3. Сельскохозяйственная зона со структурой природопользования, нуждающейся в значительных преобразованиях в пределах природного парка, водоохранной зоны и прибрежных полос.
4. Селитебно-производственная зона с 11 населенными пунктами и промзоной Ириклинской ГРЭС.
5. Рыбохозяйственная зона – акватория большей части водохранилища с выделенными внутри нее зонами покоя, за исключением акватории рекреационных участков.

На рисунке представлено функциональное зонирование природного парка «Ириклинский».



Функциональное зонирование природного парка «Ириклинский»:

1 – границы природного парка; 2 – рекреационная зона (рекреационные участки: I – Уртазымский, II – Орловский, III – Чапаевский, IV – Приморский, V – Джусинско-Суундукский, VI – Приплотинный); 3 – заповедная зона; 4 – памятники природы (на карте: 1 – Гусихинская степь, 2 – Алабайтальский вулкан, 3 – Уртазымская карстовая арка, 4 – пещера Каскадная, 5 – Уртазымские скалы, 6 – урочище Каменная Гряда и пещера Папоротник, 7 – утес Казачья яма, 8 – Долина Слез, 9 – Усть-Бурлинский пещерный яр, 10 – Пещерная лагуна, 11 – Таналыкский утес, 12 – остров Висячий Камень, 13 – Малятинские рифы, 14 – остров Любви, 15 – Базарбайские родники, 16 – Кусемские утесы, 17 – Чилектинская степь, 18 – скала Черепаха, 19 – Суундукские и 20 – Караганские Белые яры, 21 – карьер Сахарный, 22 – Ириклинское ущелье, 23 – Ирикли-Вишневские утесы); 5 – селитебно-производственная зона; 6 – рыбохозяйственная зона, в том числе рыбовоспроизводственные участки

В рекреационной зоне природного парка, включающей 6 участков, имеющих различную специализацию, осуществляется основная туристическая и оздоровительная деятельность.

Заповедная зона природного парка расположена в северной части водохранилища, в месте впадения р. Урал в водохранилище. Здесь образуется переходная зона (своеобразная дельта), в которой аккумулируются наносы р. Урал, образуя многочисленные острова и протоки. Эта территория является важным ресурсосберегающим участком водохранилища, в котором обитают многочисленные виды и популяции орнито- и ихтиофауны.

Селитебно-производственная зона включает 11 населенных пунктов: поселки Ириклинский, Энергетик, Горный Ерик, Приморск, Мирный, села Заморское, Новый Севастополь, Кусем, Чапаевка, Покровка, Уртазым.

Главнейшей задачей для улучшения экологической обстановки побережья водохранилища является соблюдение норм природопользования, соответствующих охранному режиму природного парка и водоохранной зоны Ириклинского водохранилища.

Агрохозяйственная зона выделена в районах интенсивного сельскохозяйственного освоения, которое привело к значительному сокращению ландшафтного и биологического разнообразия, а также к нарушению экологического равновесия.

В целях оптимизации рекреационного потенциала следует соблюдать режим природопользования, согласованный с основными землепользователями.

Рыбохозяйственная зона охватывает большую часть акватории Ириклинского водохранилища, в том числе указанные на рыбохозяйственной карте зоны покоя, за исключением заповедного участка в верховьях водохранилища.

В целях оптимизации землепользования и природопользования в пределах Ириклинского водохранилища необходимо выполнение следующих условий:

1. Соблюдение правил хозяйственного использования в функциональных зонах Ириклинского водохранилища:

– в сельскохозяйственной, селитебно-производственной зонах – контроль за выполнением правил природопользования в природном парке и водоохранной зоне водохранилища, установление источников загрязнения, разработка мероприятий по снижению антропогенной нагрузки на побережье водохранилища;

– в рыбохозяйственной зоне – контроль за соблюдением режима промыслового и любительского рыболовства в заповедной зоне, зонах покоя и рекреационных участках;

– в рекреационной зоне – соблюдение видов и норм природопользования, их обустройство в рекреационных целях, установление лимитов посещения и взимание оплаты за их посещение;

– в заповедной зоне и в зоне памятников природы – охрана и соблюдение соответствующего режима природопользования.

2. Разработка стратегии и конкретных мероприятий по развитию туризма в регионе и привлечению туристов.

Хозяйственная деятельность в природном парке регламентируется положениями, во многом созвучными с ограничениями, предусмотренными проектом водоохранных зон и прибрежных полос Ириклинского водохранилища. Режим природопользования и землепользования на этой территории определяется также с учетом возможного поддержания оптимального геоэкологического состояния и повышения рекреационной значимости.

## Литература

1. Дамрин, А. Г. Оценка геоэкологических условий Оренбургской области в целях гидротехнического строительства / А. Г. Дамрин // Региональная научно-практ.

конф. молодых ученых и специалистов Оренбургской области: Сб. материалов. Оренбург, 2003. С. 111–112.

2. Охраняемые природные территории: Материалы к созданию Концепции системы охраняемых природных территорий России. М.: Изд-во РПО ВВФ, 1999. 246 с.

3. Павлейчик В. М. К организации природного парка «Ириклинский» / В. М. Павлейчик, А. А. Чибилев // Степи Северной Евразии. Эталонные степные ландшафты: проблемы охраны, экологической реставрации и использования: Материалы III междунар. симпоз. Оренбург, 2003. С. 390–391.

4. Сборник руководящих документов по заповедному делу / Сост. В. Б. Степаницкий, 3-е изд. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2000. 703 с.

5. Техничко-экономическое обоснование организации и развития природного парка «Ириклинский» / науч. рук. А. А. Чибилев, В. М. Павлейчик. Оренбург, 2002.

***Е. К. Никольский, А. С. Коротин***  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ПРОЕКТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БАСЕЙНА РЕКИ КУДЬМЫ**

Реки являются индикатором, показывающим негативное воздействие человека на окружающую среду. Одной из наиболее загрязненных рек Нижегородской области является река Кудьма. Ее бассейн расположен в центральной урбанизированной части Нижегородской области. На территории бассейна располагаются города Нижний Новгород, Кстово, Богородск, большое число сельских населенных пунктов и крупных промышленных предприятий.

Территорию, занимаемую речным бассейном, стоит рассматривать с позиции единства всех элементов природы и считать оценочной единицей в природопользовании. Бассейн также может выступать как природно-территориальный комплекс, который можно представить в виде «слоеной пирамиды», в которой эволюционные процессы протекают с определенной скоростью, исчисляемой от сотен и миллионов лет до нескольких дней и часов [1].

«Бассейн – природная и нередко природно-хозяйственная система, экосистема в природных, естественных границах» [2, с. 39]. Основой системы рационального природопользования на уровне водосборных бассейнов должны быть комплексный геоэкологический анализ и оценка состояния территории [3]. Рациональное природопользование территорий речных бассейнов, с их единством биологического разнообразия, недр, поверхностью земли, аэротерией во взаимосвязи с жизнью и деятельностью человека, приводит к устойчивому развитию и единству человека и природы. «Территория бассейнов рек представляет собой единый природно-хозяйственный комплекс» [4, с. 183].

ГИС-проект, связанный с природными ресурсами бассейна реки Кудьма, содержит геопространственные данные по геологии, минеральным ресурсам и биологическому разнообразию с опорой на кадастровую информацию.

Для реализации проекта использовались следующие исходные материалы: цифровые топографические карты масштаба 1 : 25 000 (ГГЦ и Атлас ЕГС том 5-2004 (2008) страница р5-26-2), масштаба 1 : 50 000 (ГГЦ и РККА); геологические карты РФ масштаба 1 : 1 000 000 (ВСЕГЕИ); космические снимки из «SAS. Планета» (бесплатно распространяемой навигационной программы, объединяющей в себе возможность загрузки и просмотра карт и спутниковых фотографий земной поверхности, большого количества картографических online-сервисов, и распространяемой на условиях GNU General Public License); статистическая информация из печатных источников по блокам: недра, земная поверхность, гидрология, биоразнообразие, аэротерия.

Слои ГИС сгруппированы в тематические блоки и представлены в виде логической модели проекта. Она отражает логические связи между атрибутами объектов вне зависимости от их содержания и среды хранения [5]. В соответствии с логической моделью все данные ГИС разделены на семь блоков. Первый блок – топографическая основа – содержит слои с данными о топографических объектах местности. Второй блок – геологическая основа – содержит слои, в которые сведена геологическая информация. Третий блок – биологическая основа – содержит слои данных о размещении биоресурсов (растений, животных, насекомых и т. д.). Четвертый блок – аэротория – хранит графические и статистические данные о качественном и количественном составе атмосферного воздуха. Пятый блок – статистические (вспомогательные) материалы – содержит атрибутивные данные без привязки к геометрическим объектам. Шестой блок – уникальные объекты – содержит графические и атрибутивные данные комплексных объектов, объединяющих множество направлений. Седьмой блок – космические снимки территории – хранит цифровые космические снимки с привязкой, полученные из различных ресурсов.

На основании анализа существующих ГИС наиболее подходящими для реализации проекта были признаны ГИС программного комплекса ESRI (ArcGIS) и MapInfo Professional 10.5, так как они объединяют в себе все необходимые требования и имеют дополнительные модули для решения специфических задач. Однако из-за невозможности использовать программные продукты ESRI (отсутствие лицензии) для создания «ГИС-Кудьма» применялась ГИС MapInfo Professional 10.5.

При разработке проекта «ГИС-Кудьма» руководствовались следующими позициями: в качестве картографической основы для ГИС используются цифровые топографические карты масштабов 1 : 100 000 ГГЦ; для разработки геоинформационной системы и получения отчетов применяется равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора; в качестве системы координат для ГИС предлагается использовать геоцентрическую систему координат WGS-84, а в качестве поверхности относительности – общеземной эллипсоид WGS-84.

Спроектированный продукт «ГИС-Кудьма» состоит из 61 таблицы, из которых 55 содержат геометрические объекты, а остальные хранят атрибутивные классификационные данные.

Все графические данные и атрибутивная информация в ГИС связаны между собой. Исключение составляют те таблицы с атрибутами, которые содержат классификаторы и другие материалы для проведения логических операций, расчетов, замен и подстановок.

Программа позволяет без труда вносить изменения в состав данных проекта. Атрибутивная информация может быть подвергнута не только анализу, но и полностью переструктурирована путем обновления колонок (описание функции). В создаваемой ГИС используется язык SQL.

Данные комплексного территориального кадастра природных ресурсов служат для целей обеспечения экологически безопасного устойчивого развития территории, регулирования природопользования и стимулирования природоохранной деятельности. Комплексный территориальный кадастр природных ресурсов в сочетании с геоинформационными системами является динамичной структурой и не ограничен временными рамками обновления данных, свойственным отраслевым кадастрам, которые имеют свои законодательно определенные сроки передачи информации.

Визуально ГИС представляет собой набор данных, отображаемых на мониторе устройства в виде графических форм. Для наглядности, большей функциональности и быстрого решения запросных операций данные в ГИС представляются послойно. Последовательное вычитание или наложение слоев осуществляется с помощью операции оверлей (наложение).

«ГИС-Кудьма» позволяет наглядно отображать имеющуюся в ее «распоряжении» занесенную информацию об объектах и явлениях и легко

подвергается правке и дополнению (расширение или изменение информации базы данных).

Благодаря хорошему аналитическому аппарату программа способна проводить статистический подсчет и строить графики, на которых наглядно отображается численная информация, отсутствующая в таблицах и получаемая только запросами.

Геоинформационная система бассейна р. Кудьмы позволяет эффективно управлять территорией и вести комплексный территориальный кадастр природных ресурсов. Ведение комплексного территориального кадастра природных ресурсов с использованием бассейновой ГИС дает возможность использовать небольшую по площади территорию для анализа существующей экологической и кадастровой ситуации: выявления кадастровых ошибок, обнаружения объектов, не находящихся в базе отраслевого кадастра, проведение более полного и научно-обоснованного мониторинга территории с выявлением общностей и различий. «ГИС-Кудьма» может использоваться как модель для геоинформационных систем других малых рек.

### Литература

1. Разработка средств и методов аэрокосмического мониторинга и геоинформационной системы состояния окружающей среды Волжского бассейна : отчет о НИР / : исполнил. В. В. Найденко [и др.]. – Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2000 – 500 с.

2. Павлова, А. Н. Геоинформационное моделирование речного бассейна по данным спутниковой съемки SRTM (на примере бассейна р. Терешки) / А. Н. Павлова // Известия Саратовского университета им. Н. Г. Чернышевского, 2009 – С. 39–44.

3. Жерелина, И. В. Методические подходы к разработке системы рационального природопользования (на примере бассейна реки Барнаулки) / И. В. Жерелина [и др.] // Материалы IV конференции молодых ученых, посвященной М. А. Лаврентьеву (Новосибирск, 17–19 ноября, 2004 г.). Ч. II. Сер. Гуманитарные науки, науки о жизни, науки о земле, экономические науки. – Новосиб. гос. ун-т, 2004. – С. 169–172.

4. Горохова, Н. Н. Роль землеустройства в обеспечении устойчивого развития в бассейнах рек / Н. Н. Горохова, Л. Г. Липина, Е. К. Никольский // Международный научно-промышленный форум «Великие реки – 2004» : тез. докл. / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2004 – С. 183–184.

5. Геоинформатика: в 2 кн. Кн. 1: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов [и др.]; под ред. В. С. Тикунова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.



## **СЕКЦИЯ 6**

**ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ,  
ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ  
В БАСЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК**

**И. Ф. Вольфсон**

(Российское геологическое общество, г. Москва, Россия)

## **ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЭКОЛОГИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ XXXIV СЕССИИ МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОНГРЕССА)**

В данной статье представлен обзор содержания докладов, прозвучавших на конференциях XXXIV сессии Международного геологического конгресса (34 МГК), проходившей в австралийском городе Брисбене в августе 2012 г., тематика которых, имеет большое значение для развития геологической науки, в том числе геоэкологии, и практики на современном этапе и в ближайшей перспективе.

Основными темами 34 МГК стали:

- Обеспечение минеральными ресурсами в условиях роста населения Планеты.
- Энергия в мире углерода. Нетрадиционные ископаемые источники энергии.
- Планета и люди: как нам живется на беспокойной Земле.
- Климат прошлых геологических эпох и его значение для прогноза изменения климата в будущем.

- Земля, описанная цифрой, или информационный взрыв.

В докладах научных сессий 34 МГК, объединенных темой «*Обеспечение минеральными ресурсами в условиях роста населения Планеты*», было отражено видение политиками и ведущими учеными-экспертами проблем обеспечения в недалеком будущем минеральными ресурсами и, прежде всего, питьевой водой. Отмечено, что к 2050 г. население Мира превысит 9 млрд жителей, более половины из них будут проживать на урбанизированных территориях. Данное обстоятельство потребует большего, чем в прошлом, потребления минеральных и энергетических ресурсов и явится настоящим вызовом тем, кто занят поисками и разведкой, а также технологическим переделом полезных ископаемых.

Еще более отчетливыми в данном аспекте становятся задачи и проблемы геоэкологического и инженерно-геологического сопровождения всех работ, начиная с прогноза геологических рисков при проектировании, строительстве и эксплуатации сложнейших инженерно-строительных систем – геологоразведочных и горнодобывающих предприятий, ЖКХ, путепроводов, трубопроводов, дорожных коммуникаций и т. п.

Рост народонаселения Планеты ведет к нехватке чистой питьевой воды. Надежность водоснабжения уже сегодня является реальной проблемой для многих стран. Нехватка и низкое качество питьевых вод ухудшают здоровье людей, приводят к сложностям в обеспечении их продуктами питания, а также труднопреодолимым экологическим последствиям.

Проблемы обеспечения чистой питьевой водой глобальны по масштабам, но региональны, по сути. Поэтому основной задачей является определение тех территорий, где наиболее остро ощутимы недостатки в обеспечении населения питьевой водой, связанные с особенностями климата, нерациональным использованием земель и освоением недр, демографическими проблемами, экономическими потрясениями и разрушающейся инфраструктурой. При ее постановке и дальнейшей реализации исключительно важным является выбор решений. Наиболее правильное из них может быть найдено в сфере применения современных инженерных и информационных технологий, опирающихся на эффективное планирование, политику и законодательство. Ключевым аспектом решения является рациональное межотраслевое взаимодействие, создание и внедрение в практику математических моделей количественной оценки, с помощью которых изучаются особенности гидрогеологических процессов и принимаются адекватные им экономические решения.

На основании регионального интегрированного гидроэкономического моделирования может быть исследована эффективность применения инструментов политики в социальной и экономической сфере тех регионов, где имеются проблемы с питьевой водой.

По запасам пресных вод, в том числе и подземных, Россия занимает второе место в мире (после Бразилии). Однако в силу различных причин обеспеченность питьевыми водами, прежде всего защищенными от поверхностного загрязнения водами из подземных источников, для городов и населенных пунктов низкая или проблематичная. В крупнейших городах России: Москве, Санкт-Петербурге и др. альтернативные (подземные) источники питьевого водообеспечения до последнего времени не использовались, однако в Нижнем Новгороде благодаря своевременным решениям, принятым по итогам работы XIV научно-промышленного форума «Великие реки», проходившего в 2012 г. достигнут существенный прогресс в решении данного вопроса.

В докладах 34 МГК по теме: «Энергия в мире углерода. Нетрадиционные ископаемые источники энергии» был дан обзор направлений исследований в области перехода на низко-углеродные источники энергии будущего и оценены перспективы ряда потенциально доступных естественных геологических источников энергии. Особый упор авторами докладов был сделан на сланцевый газ, синтетический (syngas), угольный газ (coal-seam gas) и связанный газ и показаны потребности экономик ряда стран в этих видах сырья, возможности их добычи, условия производства и потребления. Были освещены вопросы ресурсного обеспечения ядерной, водородной, гидро- и геотермальной энергетики. Рассмотрены доступность, технологические и другие ограничения, а также воздействие на окружающую среду при изучении и использовании в экономике нетрадиционных видов энергетического сырья.

Большой интерес вызвала информация американских экспертов о сланцевом газе, добыча которого с успехом осуществляется в США для потребления в масштабах страны и на экспорт. Как известно, на прошлогоднем XIV форуме Великие реки был заслушан доклад ученых из США по данной проблеме, в котором были показаны экологические проблемы добычи и транспортировки сланцевого газа. Главная из них – это вовлечение в производственный цикл огромных объемов подземных вод и ухудшение их качества.

В Австралии также большое внимание уделяется нетрадиционным ископаемым источникам энергии. Набирают силу компании, которые осуществляют добычу газа по технологии подземной газификации угля (ПГУ или UCG – underground coal gasification). В частности, компания Linc Energy, базирующаяся в штате Квинсленд, ставшая одним из титульных спонсоров Конгресса. Эта компания осуществляет свою деятельность на основе экологически ответственной политики и в полной мере осознает значение охраны окружающей среды при применении технологии ПГУ. Ее демонстрационное предприятие, действующее с 1999 г., расположено приблизительно в 230 км от г. Брисбена. По настоящее время здесь осуществляется процесс газификации пласта юрских углей, расположенного на глубине порядка 130 м. В основе работы предприятия – высокотехнологичные природоохранные *state-of-the-art* технологии, позволяющие осуществлять извлечение газа, его очистку и получение конечного продукта – жидкого топлива и воска.

Подземной газификацией называется процесс преобразования угля в высококачественный газ, называемый синтетическим или сингазом посредством серии технологических операций, включающих тепловой разогрев, введение окислителя, под воздействием которого происходит газификация угля. Состав сингаза обусловлен качеством угля, видом окислителя и режимом газификации.

Газификация угля не относится к новым и тем более новейшим технологиям. Она известна с XIX в., когда газ, служивший для обогрева, стал подаваться в города и населенные пункты, производить энергию на электростанциях и использоваться для производства синтетического жидкого топлива. Впоследствии сингаз использовался для производства различных химических соединений и получения других газов –

водорода, метана, аммиака и других продуктов. В бывшем СССР успешные эксперименты по подземной газификации угля проводились на базе угольных объектов Донбасса в 1930-е гг.

В отличие от традиционной разработки угольных месторождений технология ПГУ полностью исключает необходимость крупномасштабных операций по перемещению и складированию пластов почвы и пустой породы. Данная технология исключает также проблемы окружающей среды, связанные с дренажом кислых рудничных вод, обустройством хвостохранилищ и защитных дамб, рекультивацией земель, загрязнением атмосферы и выбросом метана. После того как процесс ПГУ завершен, почвенный слой остается нетронутым, а земли могут использоваться для других, в том числе и сельскохозяйственных нужд. Это обстоятельство снижает остроту конфликтов в связи с землепользованием, нередко возникающих в связи с традиционной отработкой угольных пластов.

При использовании сингаза для производства электроэнергии на 25 % снижается парниковый эффект в сравнении с электростанциями, работающими на угле. Пустые полости в угольных пластах, образующиеся в результате ПГУ, способны вместить значительные объемы углекислого газа – потенциально до 400 раз больше, чем традиционные схемы по предотвращению выбросов углерода в окружающую среду или его хранения.

В докладах по теме *«Планета и люди: как нам живется на беспокойной Земле»* были отражены современные и прогнозируемые проблемы урбанизации, особенно в развивающихся странах, сопровождающиеся рядом проблем, одной из главных среди них является уязвимость населения перед напором участвовавших в последние годы природных катастроф. Слушателям были приведены примеры того, как под воздействием природных геологических процессов сформировался социум и как человек адаптировался к внешним условиям, проживая на территориях вулканической деятельности, землетрясений, оползневой деятельности, цунами и наводнений. Например, Филиппины, страна, занимающая 12-е место в мире по численности населения (около 100 млн чел., за 15 лет, начиная с 1997 г. население здесь выросло более чем на 20 млн чел.) является третьей страной мира по числу ежегодных природных катастроф. Здесь насчитывается 300 вулканов, из которых 23 действующих и 26 потенциально опасных. Извержение филиппинского вулкана Пинатубо в 1991 г. признано одним из сильнейших за всю историю. Оно нанесло огромный ущерб населению Филиппин и экологии в масштабах всей Планеты. В докладах был дан обзор известных с древних времен и недавних геологических катастроф, приведены примеры научно обоснованных оценок и прогнозов опасных геологических процессов, обеспечивших снижение рисков для населения потенциально опасных территорий вулканической деятельности, землетрясений, оползневых процессов и проявления цунами, а также жителей мегаполисов и других крупных городских агломераций.

Были рассмотрены примеры воздействия человека на геосферу, биосферу, ландшафты, в т. ч. и ошибки, ведущие к росту числа жертв и катастрофических событий в различных районах мира. В их числе явная недооценка опасных геоэкологических факторов при разработке и осуществлении как крупных инфраструктурных проектов, так и строительстве объектов гражданского назначения. Лица, ответственные за принятие решений, проектировщики и порой сами жители Планеты считают, что они лучше знают, кто и где больше подвержен опасным геологическим процессам, игнорируют примеры трагической геологической истории Земли, обустраивают и заселяют территории, где уже имели место катастрофические землетрясения, цунами, оползни и т. д. Такое легкомыслие влечет за собой новые тяжелые человеческие и материальные потери.

В развитие данной тематики на Конгрессе прошел целый ряд симпозиумов и конференций, в которых приняли участие представители России и других стран СНГ. Представители Российского геологического общества (РосГео) также приняли участие в этой научной сессии 34 МГК. Президентом РосГео д. э. н. В. П. Орловым, Первым

вице-президентом к. т. н. Е. Г. Фарраховым, ученым секретарем к. г.-м. н. И. Ф. Вольфсоном, заместителем директора ВИМС д. г.-м. н. И. Г. Печенкиным и их коллегами-медиками: к. м. н. О. Л. Пихур, д. м. н. Л. А. Дасаевой и д. м. н. Е. В. Кремкова для участия в Конгрессе были подготовлены доклады «Фоновые медицинские, экологические и социальные исследования по оценке возможного риска здоровью населения на ряде горнодобывающих территорий России» и «Модели гидрогенного рудогенеза – прогностический элемент медико-экологического районирования», которые были с интересом приняты делегатами на конференции по Медицинской геологии, также включенной в программу Конгресса. Их содержание затрагивает значение геологических, медико-экологических и медико-социальных исследований, осуществляемых в целях раннего распознавания природных и техногенных геологических объектов и процессов, несущих угрозу здоровью профессионалам-геологам и представителям смежных профессий, а также населению имеющихся и проектируемых в рамках Стратегии 2030 и других правительственных программ горнодобывающих территорий и минерально-сырьевых центров Российской Федерации.

Одной из наиболее обсуждаемых тем на 34 МГК стала проблема участия геологов в научных исследованиях по изучению климатических особенностей геологического прошлого и возможности использования полученных результатов в прогнозировании изменений климата в будущем. В докладах 34 МГК, прозвучавших на конференциях по теме: «*Что нам говорит геологическая летопись о климате прошлых геологических эпох и о прогнозе изменения климата в будущем?*» были рассмотрены некоторые геологические аспекты изменения климата. Как правило, изменение климата в геологическом прошлом проходило на фоне колебаний уровня Мирового океана, повышения концентрации углекислого газа и температурных изменений атмосферы Земли. Результаты исследований современных геосферно-биосферных процессов свидетельствуют о влиянии высоких концентраций углекислого газа в атмосфере, а также повышения температуры ее поверхности на климат Планеты.

Особо важными в палеоклиматических реконструкциях являются исследования колебаний уровня Мирового океана, основанные на изучении геологических особенностей и датировке структур континентальных окраин. При изучении вещественного состава и изотопных особенностей морских осадочных отложений были получены прямые доказательства того, что ледяной покров Западной Антарктиды в последний раз разрушался около 3–5 миллионов лет тому назад, когда на Планете температура повысилась на 2–3 °С.

В настоящее время продолжают развиваться разнообразные исследования в области изменения климата, формируется научное направление, которое активно инкорпорируется в область наук о Земле. Огромное значение придается моделированию процессов изменения климата в связи с бурно протекающей урбанизацией Планеты. Общий вывод – решающим фактором в изменении климата Планеты является не хозяйственная деятельность, а природные планетарные, в первую очередь геологические процессы. Такая позиция последовательно отстаивалась Россией в предыдущие годы.

*Тема работы 34 МГК «Земля, описанная цифрой, или информационный взрыв»* была посвящена «цифровой» революции в геологии и тому информационному взрыву, которые привели к созданию новых научных и прикладных направлений современной геологии, а также определили ее развитие на ближайшую перспективу. В докладах по данной теме был отмечен качественный скачок в области мониторинга, передачи и обработки геологических данных в режиме реального времени, а также веб-технологий, которые формируют новое геоинформационное пространство, обширные базы геологических данных, охватывающие практически все территории Планеты. Они мгновенно становятся общедоступными и тем самым приносящими пользу для решения не только геологических, но и других научных и народнохозяйственных задач. Эта постоянно пополняемая информационная основа в сочетании с все более

усиливающимся пониманием глобальности геологических процессов становится исключительно важным инструментом для правительств, лиц, принимающих решения, и, следовательно, населения всего мира. В качестве примера здесь можно привести разработанную в Новой Зеландии для мониторинга опасных геологических процессов систему *ГЕОНЕТ (GEONET)*, использующую оборудование, созданное на основе *state of the art* и телекоммуникационных технологий. Данная система является основой для принятия правительственных решений по прогнозу, оповещению и минимизации последствий природных, в первую очередь геологических, катастроф, таких как землетрясения, мощно и последствия которых резко усилились в последние годы именно в данном регионе Планеты.

*Таким образом, краткий обзор тематики Конгресса позволяет сделать вывод о том, что геология в современных условиях приобретает очевидную социальную направленность, играя все большую роль не только в деле обеспечения населения минеральными ресурсами, питьевой водой, но и в защите прав населения Планеты на экологически безопасную среду обитания и безопасное осуществление профессиональной деятельности.*

В процесс развития новых, в том числе и нетрадиционных направлений изучения геологического строения Земли, большой вклад вносят общественные геологические организации (ОГО). В программе 34 МГК и выставки ГЕОЭКСПО-2012 приняли участие около тридцати общественных геологических объединений из Англии, США, Австралии и др. РосГео в последние годы способствовало повышению интереса отечественных геологов к таким направлениям геологических наук, как медицинская геология, горное дело и геоэтика. В структуре РосГео были созданы секции медицинской геологии, гидрогеологии и инженерной геологии, геоэтики, т. е. тех направлений, которые активно поддерживаются Международным союзом геологических наук.

РосГео осуществляет активную деятельность, нацеленную на раннюю профессиональную ориентировку школьников, содействует деятельности Детско-юношеского геологического движения России (ДЮГД). В рамках 34 МГК состоялись многочисленные встречи с представителями отечественных и зарубежных общественных организаций, преподавателями геологии школ, лицеев и колледжей, а также высших учебных заведений. Прошла представительная конференция по геологическому образованию. Геология становится основой междисциплинарных образовательных программ для изучения биолого-географо-геологических систем, например ландшафтов. В системе школьных знаний геология является предметом, который способствует формированию мировоззрения учащихся, видению ими природных явлений в историческом аспекте, учит анализировать настоящее и прогнозировать будущее нашей Планеты, прививает целостное восприятие естественных наук на стадии становления личности.

**Т. Ф. Мамонов**

(ЗАО «Противокарстовая защита», г. Дзержинск,  
Нижегородская обл., Россия)

## **ВЛИЯНИЕ ПОДЪЕМА ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ДО НПУ 68 М НА АКТИВИЗАЦИЮ КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В МЕЖДУРЕЧЬЕ РЕК ОКИ И ВОЛГИ**

Для оценки влияния подъема уровня водохранилища на активизацию карстовых и карстово-суффозионных процессов в междуречье Оки и Волги ЗАО «Противокарстовая защита» в 2011 г. были проведены специализированные исследования с использованием прогнозных геофильтрационных моделей, разработанных ООО «ИнжГеоГИС» и ЗАО «ДАР/ВОДГЕО» для г. Дзержинска и ЗАО «Геостройпроект» – для заречной части г. Н. Новгорода.

Основные выводы по результатам выполненных работ следующие:

1. Повышение уровня Чебоксарского водохранилища до отметки 68 м приведет к подтоплению части территории г. Дзержинска и заречной части г. Нижнего Новгорода. Причем результаты прогноза подтопления для г. Дзержинска имеют существенные различия. Следует отметить, что после завершения наших исследований была разработана еще одна прогнозная геофильтрационная модель для территории г. Дзержинска (автор – ЗАО «Геостройпроект»), показавшая минимальное влияние водохранилища и принятая для обоснования проектных решений по инженерной защите городского округа.

2. Проведенный анализ отечественного и мирового опыта создания и эксплуатации водохранилищ на закарстованных территориях и соответственно подтопления таких территорий, а также выполненные расчеты показали, что такого рода мощные долговременные техногенные воздействия на геологическую среду неизбежно приводят к существенной активизации карстовых и особенно карстово-суффозионных и суффозионных процессов.

3. Прогнозируемая активизация карстовых процессов за счет подтопления связана со следующими обстоятельствами: а) обрушение кровли существующих полостей вследствие повышения гидравлического давления на кровлю; б) более интенсивный вынос заполнителя из полостей и трещиноватых зон; в) активизация суффозии песчаных грунтов в нижележащие полости и трещиноватые зоны; г) увеличение диаметров карстово-суффозионных провалов; д) активизация образования медленных оседаний земной поверхности за счет суффозии и увеличения скорости растворения поверхности сульфатных пород; е) повышение скорости расширения существующих карстовых полостей вследствие увеличения скорости растворения карстующихся пород из-за увеличения агрессивности и температуры инфильтрующихся речных вод; ж) регулярные значительные колебания уровня грунтовых вод, создающие ряд негативных эффектов.

4. Основой для оценки потенциальной карстоопасности на территории исследований, вызванной подтоплением, послужил метод, разработанный Г. Н. Дублянкой и В. Н. Дублянским [1]. Частично подобный подход был ранее использован при исследованиях на территории г. Дзержинска для целей разработки генплана города [2].

На основе анализа факторов, определяющих развитие карстово-суффозионных процессов, и интенсивности техногенного воздействия подтоплений выполнена оценка степени влияния подъема уровня Чебоксарского водохранилища до НПУ 68 м на активизацию карстово-суффозионного провалообразования на прибрежной территории г. Дзержинска и в заречной части г. Н. Новгорода, результаты которой приведены в таблице.

**Площадная характеристика степени влияния подтопления  
на активизацию карстово-суффозионных процессов**

Влияние подтопления на активизацию карстово- суффозионных процессов	Площадь зоны влияния подтопления (в % от площади исследований)		
	на территории г. Дзержинска		на территории г. Н. Новгорода
	согласно модели ООО «ИнжГеоГИС»	согласно модели ЗАО «ДАР\ВОДГЕО»	согласно модели ЗАО «Геостройпроект»
слабое	–	23	24
умеренное	65	67	69
сильное	34	10	7
очень сильное	1	–	–

Следует отметить, что в зону сильного влияния подтопления на активизацию карстово-суффозионных процессов на территории г. Дзержинска (независимо от используемой геофильтрационной модели) попадают социально значимые и экологически опасные объекты: железнодорожная магистраль Москва – Нижний Новгород (реконструированная под скоростное движение), микрорайон «Прибрежный», Дзержинская ТЭЦ, ОАО «Корунд», частично ОАО «Капролактам», крупные источники загрязнения подземных вод – полигоны складирования промышленных отходов.

В зоне сильного влияния подтопления на территории г. Н. Новгорода расположены промышленные экологически опасные предприятия и социально значимые объекты, в том числе юго-западная часть территории ОАО «ГАЗ», аэропорт, линия метрополитена на участке ст. «Парк культуры» – «Кировская», микрорайоны «Соцгород» и «Аэродромный» и др.

5. В результате активизации карста, вызванной подтоплением, значительно возрастет интенсивность выхода карстовых провалов на поверхность, изменятся параметры провалообразования и возникнет определенная угроза деформаций существующих зданий и сооружений, особенно не имеющих конструктивной защиты, а в случае поражения карстовой деформацией опасных производств – угроза экологической катастрофы.

Прогнозируется, что активизация карстового процесса во времени составляет не менее 100 лет. Наиболее интенсивные карстовые деформации произойдут в приречной зоне в первые 20–30 лет после подъема уровня водохранилища.

6. Рассмотрены различные типы механизма провалообразования на изучаемой территории, для которых выполнены расчеты прогнозируемых размеров поверхностных деформаций при подъеме уровня Чебоксарского водохранилища в соответствии с методикой д. г.-м. н. профессора В. П. Хоменко [3] дифференцированно для трех характерных генетических типов карстовых провалов, возникающих в данном регионе:

- карстово-обвального;
- карстово-суффозионно-обвального (смешанного);
- карстово-суффозионного (и суффозионного).

Согласно результатам выполненных расчетов прогнозируется увеличение максимальных диаметров карстово-суффозионных форм при подтоплении на территории г. Дзержинска до 11,5 %, заречной части г. Н. Новгород – до 4 %.

7. Увеличение интенсивности провалообразования и размеров поверхностных карстопроявлений приведет к росту параметров конструктивной противокарстовой защиты зданий и сооружений (расчетных пролетов карстовых провалов в их основании) и уровня удельного карстового риска – вероятности ущербов (экономического, социального и экологического характера), которые могут возникнуть при поражении карстовым провалом определенной единицы площади застройки за заданное (расчетное) время. Поэтому при увеличении значений вышеперечисленных



характеристик за счет подтопления эффективность уже осуществленной противокарстовой защиты будет существенно снижена или даже сведена к нулю.

8. Результаты расчетов параметров конструктивной противокарстовой защиты показывают, что они увеличатся для сооружений на территории г. Дзержинска после подъема уровня водохранилища до отметки 68,0 м в 1,7–7,0 раз согласно модели ООО «ИнжГеоГИС» и в 1,4–5,0 раз согласно модели ЗАО «ДАР/ВОДГЕО» применительно к разным участкам города. Для территории Заречной части Нижнего Новгорода увеличение параметров конструктивной противокарстовой защиты прогнозируется в 2,0–4,0 раза.

Вследствие этого произойдет увеличение объемов конструктивной противокарстовой защиты проектируемых объектов и, соответственно, стоимостное удорожание строительства на рассматриваемых территориях, потребуются дополнительные затраты на обеспечение надежности существующих объектов, расположенных на закарстованных территориях.

9. Увеличение вероятности ущербов (экономического, социального и экологического характера) от аварий сооружений в результате активизации карстово-суффозионного провалообразования вследствие подтопления оценена значениями удельного карстового риска (вероятности поражения карстовым провалом 1 га рассматриваемой площади за срок 100 лет). При подъеме уровня Чебоксарского водохранилища до НПУ 68,0 м с учетом выполненного районирования территории по степени влияния подтопления на провалоопасность прогнозируется повышение удельного карстового риска на территории г. Дзержинска в среднем в 2,5–2,9 раза (в зависимости от прогнозной модели подтопления), на территории заречной части г. Н. Новгорода – в 3,0 раза. Однако абсолютные значения карстового риска для территории г. Дзержинска (0,340) в 1,5 раза выше, чем для заречной части Н. Новгорода (0,230).

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что в результате подъема уровня Чебоксарского водохранилища до НПУ 68,0 м прогнозируется активизация карстово-суффозионного провалообразования на территории города Дзержинска и заречной части г. Нижнего Новгорода.

#### Литература

1. Дублянская, Г. Н. Теоретические основы изучения парагенезиса «карст – подтопление» / Г. Н. Дублянская, В. Н. Дублянский. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та. 1998. – 204 с. ил.

2. Сорокина, В. Б. Районирование территории г. Дзержинска по влиянию существующих техногенных воздействий на активизацию карстового процесса / В. Б. Сорокина, О. Р. Максимова / Новые идеи в инженерной геологии. Труды научной конференции 17–18 сентября 1996 г. Изд-во МГУ, 1996.

3. Хоменко, В. П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов.– М.: ГЕОС, 2003.

**М. М. Уткин**

(ОАО «Противокарстовая защита», г. Дзержинск,  
Нижегородская обл., Россия)

### ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ДИАМЕТРЫ КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ, ОПРЕДЕЛЁННЫХ РАСЧЁТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ Г. М. ТРОИЦКОГО

Диаметры карстовых провалов являются одними из исходных данных для определения расчётного пролёта карстового провала  $l_d$  [2, 3], необходимого при проектировании конструктивной противокарстовой защиты фундаментов зданий и сооружений на закарстованных территориях. В ряде случаев [4] для определения диаметров приходится использовать различные расчётно-теоретические методы.

В данной статье выполнен анализ влияния взвешивающего действия грунтовых вод на диаметры карстового провала  $d_0$  и  $d_e$ , определяемые с использованием метода Г. М. Троицкого. Метод опубликован в Рекомендациях [2] и монографии [3]. Модернизированная расчётная схема данного метода приведена на рис. 1.

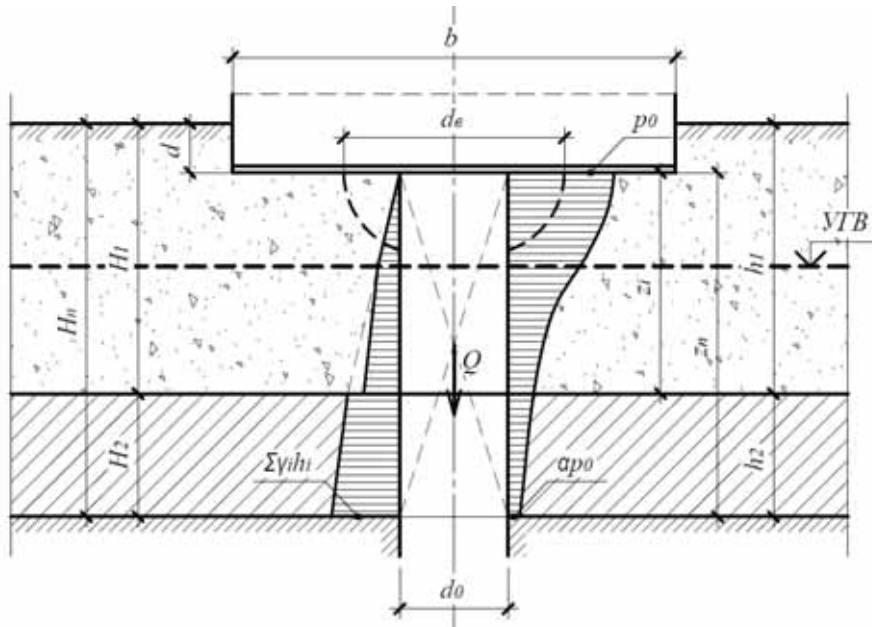
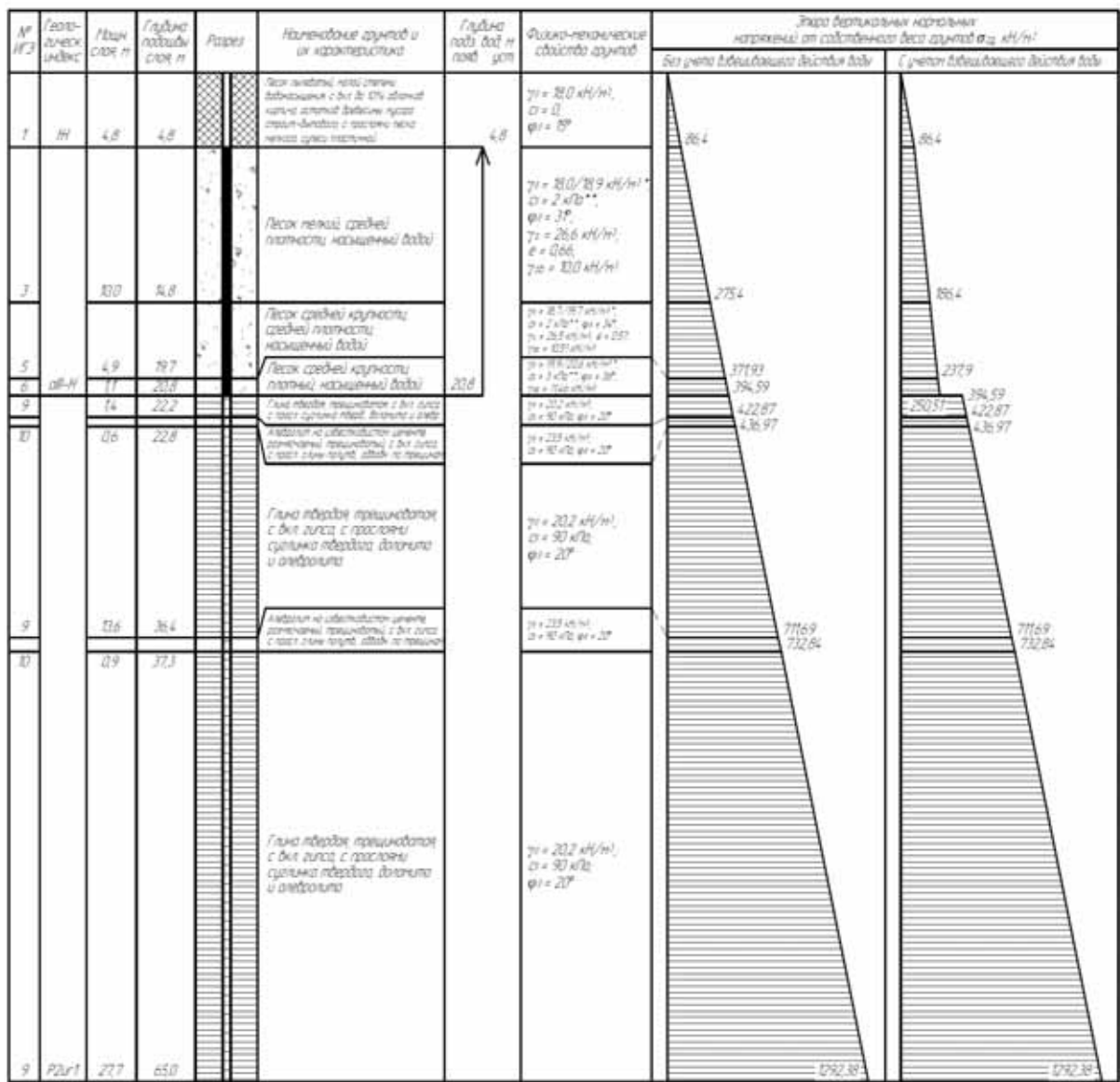


Рис. 1. Модернизированная расчётная схема по определению диаметров карстовых провалов с использованием метода Г. М. Троицкого

Согласно п. 5.4.1 СП «Основания зданий и сооружений» [1] при проектировании оснований, фундаментов и подземных сооружений в условиях нового строительства и реконструкции необходимо учитывать гидрогеологические условия площадки и возможность их изменения в процессе строительства. Так, например, для определения вертикальных эффективных напряжений от собственного веса грунтов  $\sigma_{zg,i}$  необходимо учитывать взвешивающее действие воды (п. 5.6.40 [1]). В Рекомендациях [2] аналогичные положения отсутствуют. В данной статье сделана попытка восполнить этот пробел.

Все расчёты выполнены на примере реальных геологических условий, полученных в результате бурения глубоких скважин «на карст» в районе улиц Советская – Должанская в Канавинском районе Нижнего Новгорода. Характерная геолого-литологическая колонка покровной толщи грунтов приведена на рис. 2.



**Примечания**

- 1 \* - Значение показателя в числителе - средней степени водонасыщения, в знаменателе - насыщенного доде
- 2 \*\* - Нормативное значение принято по таблицам Приложения Б СП 22.133.30.2011

Рис. 2. Геолого-литологическая колонка покровной толщи грунтов в районе улиц Советская – Должанская в Канавинском районе Нижнего Новгорода

**Исходные данные:**

- Инженерно-геологические условия с указанием необходимых для расчёта физико-механических свойств покровной толщи грунтов приведены на рис. 2.
  - Внешняя нагрузка на грунтовое основание отсутствует.
  - Диаметр карстово-провальной воронки на дневной поверхности  $d_0$  (см. рис. 1) определялся по формуле  $d_0 \approx 1,3 \cdot d_0$ .
  - Пьезометрический напор трещинно-карстовых вод и гидравлическая взаимосвязь водоносных горизонтов в расчётах не учитывались.
- При расчёте диаметра  $d_0$  инженерно-геологические элементы покровной толщи грунтов разбивались на элементарные слои толщиной  $h_i$  не более 2,0 м [4].

Взвешивающее действие грунтовых вод в рассматриваемом методе учитывалось посредством введения в расчёты откорректированной эпюры вертикальных напряжений от собственного веса грунтов покровной толщи  $\sigma_{zg}$  (см. рис. 2).

Результаты выполненных расчётов приведены в таблице.

**Расчётные диаметры карстовых провалов определенные по методу Г. М. Троицкого при различных способах построения эпюры  $\sigma_{zg}$ .**

Диаметры карстового провала, м	Способ построения эпюры $\sigma_{zg}$	
	без учёта взвешивающего действия воды	с учётом взвешивающего действия воды
$d_0$	14,1	15,6
$d_e$	18,4	20,3

Из таблицы следует, что в рассматриваемых инженерно-геологических условиях при учёте взвешивающего действия грунтовых вод диаметры карстовых провалов увеличиваются на 11 %. Ориентировочно такое же увеличение диаметров было зафиксировано и при лабораторных физических моделированиях [6].

Следует также отметить, что на точность полученных результатов влияет *правильное и корректное определение физико-механических характеристик покровной толщи грунтов.*

Во-первых, в последнее время зачастую физико-механические характеристики грунтов определяются по таблицам Приложения Б СП [1]. Для сооружений I уровня ответственности СП [1] запрещает пользоваться данными таблицами, а для сооружений II уровня – инженерам-геологам необходимо давать соответствующие аргументированные обоснования по их применению (п. 5.3.18 СП [1]). Однако это ими никогда не делается [5].

Во-вторых, физико-механические характеристики, как правило, определяются не для всей покровной толщи грунтов, что недопустимо при использовании всех геомеханических методов.

В-третьих, изыскатели, перестраховываясь, очень часто существенно занижают расчётные значения физико-механических характеристик грунтов. Запроектированные фундаменты на основании данных характеристик получаются неэкономичными, но достаточно надёжными. Однако такая «перестраховка» не достигается при расчёте диаметров карстовых провалов с использованием геомеханических методов. Со снижением значений физико-механических характеристик грунтов диаметры провалов уменьшаются. Следовательно, это обстоятельство отражается на корректности оценки карстоопасности рассматриваемой площадки и в частности на параметре проектирования конструктивной противокарстовой защиты фундаментов  $l_d$ , который во многом определяет безопасную эксплуатацию зданий и сооружений на закарстованных территориях.

**Выводы:**

1. Применительно к методу Г. М. Троицкого диаметры карстового провала  $d_0$  и  $d_e$  при учёте в расчётах взвешивающего действия грунтовых вод увеличиваются. Кроме того, возрастает и вероятность их возникновения.

2. С увеличением в разрезе песчаных водонасыщенных грунтов диаметры карстовых провалов будут ещё существенно отличаться от полученных диаметров без учёта взвешивающего действия грунтовых вод.

Вопрос об учёте взвешивающего действия вод наиболее актуален для инженерно-геологических условий, где в разрезе практически отсутствуют глинистые грунты или их мощность мала, например, в Автозаводском районе Нижнего Новгорода, Дзержинске, Сарове и др.

3. Особое внимание изыскателям следует уделять определению физико-механических характеристик покровной толщи грунтов. Определение данных

характеристик необходимо осуществлять на основе лабораторных данных, а не таблиц приложения Б СП [1]. Кроме того, данные характеристики следует определять для всей покровной толщи грунтов и умышленно не занижать их значения.

#### Литература

1. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*)// Минрегион России. – М.: 2011.
2. Рекомендации по проектированию фундаментов на закарстованных территориях// НИИОСП. – М.: 1985.
3. Толмачёв, В. В. Инженерно-строительное освоение закарстованных территорий / В. В. Толмачёв, Г. М. Троицкий, В. П. Хоменко. – М.: Стройиздат, 1986.
4. Уткин, М. М. Сравнительный анализ расчётно-теоретических методов по прогнозированию диаметров карстовых провалов/ М. М. Уткин, С.А. Махнатов / Труды Российской конференции с международным участием «Геотехнические проблемы проектирования зданий и сооружений на карстоопасных территориях». – Уфа, 2012. С. 262–267.
5. Уткин, М. М. Некоторые аспекты определения модулей деформации грунтов // Сборник трудов аспирантов, магистрантов и соискателей. Т. 1. Нижний Новгород. ННГАСУ, 2012. с. 101-106.
6. Хоменко, В. П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов. – М.: ГЕОС, 2003.

***Р. Б. Давыдько***

*(ОАО «Противокарстовая защита», г. Дзержинск,  
Нижегородская обл., Россия)*

#### **НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ КАРСТОПРОЯВЛЕНИЙ НА ОПОРНОМ УЧАСТКЕ СЕВЕРНЕЕ П. ЖЕЛНИНО (Г. ДЗЕРЖИНСК)**

Важнейшие работы, которые должны выполняться в рамках карстологического мониторинга в районе г. Дзержинска и других районов области с целью прогноза развития карста, к сожалению, в течение многих лет не проводятся, так как не получают поддержки, как со стороны администрации г. Дзержинска, так и области.

Тем не менее, карст в районе Дзержинска продолжает динамично развиваться, о чем свидетельствует ежегодное образование в Дзержинске и его окрестностях многочисленных деформаций земной поверхности карстового и техногенно-карстового происхождения (рис. 1, 2). Карстовые деформации (провалы, просадки и т. п.) в последние годы практически не отслеживаются, а учет их с целью прогнозирования карстопроявлений, к сожалению, не ведется, несмотря на то, что это крайне необходимо, учитывая дальнейшее интенсивное освоение территории городского округа Дзержинска, в котором сравнительно много карстоопасных участков. Важным условием освоения новых территорий является предупреждение возникновения в них карстовых деформаций, особенно на участках активного карстопроявления.



Рис. 1. Деформации основания здания в результате периодически повторяющихся просадок (Прибрежный мк-рн г. Дзержинска)



Рис. 2. Провал техногенно-карстового происхождения (Прибрежный мк-рн г. Дзержинска)

В связи с этим встал вопрос о выделении на наиболее активном участке развития карстопроявлений опорной площадки (полигона) для проведения ежегодных карстологических наблюдений (карстологического мониторинга). Этот участок должен быть одним из наиболее чувствительных по воздействию природных процессов на карст, где влияние техногенных факторов минимально.

Одним из таких участков, которому в наибольшей степени в отдельные годы уделялось внимание, особенно в начальный период исследований карста, является участок активного развития карста, расположенный в 250 м северо-западнее п. Желнино, на северном побережье оз. Плотинка (юго-западные окрестности г. Дзержинска). Здесь в 1954 г. была проведена детальная карстологическая съемка

И. А. Саваренским, результатом которой было выявлены и описаны 41 карстовая воронка. Была также проведена топоъемка этого участка в масштабе 1:1000. В центре участка с целью изучения его геологического строения было пробурено 5 скважин № 21–25, которые вскрыли преимущественно песчаные четвертичные отложения мощностью от 26 до 34 метров. Ниже залегают сильно размытые пермские отложения уржумского и казанского ярусов, которые подстилаются сульфатными породами сакмарского яруса, в верхней части закарстованными. Пройденная мощность закарстованных пород до 3 метров. Все 5 скважин, пробуренные на полуострове, вскрыли открытые и заполненные карстовые полости.

Осмотр этого участка, проведенный в 2008–2012 гг. показал значительные изменения карстового рельефа (появление новых карстовых воронок, изменение морфологического облика многих старых воронок) за прошедшие более 58 лет с момента проведения первых карстологических исследований. По последним данным почти ежегодно на данном участке образуются новые карстовые деформации земной поверхности (провалы и просадки) (рис. 3). Поэтому данный участок заслуживает внимания с целью дальнейшего наблюдения за развитием на нем карстовых форм и прогноза динамики их развития, что позволит с дальнейшим развитием сети опорных участков развития карста в районе г. Дзержинска давать вероятные прогнозы развития природных карстово-суффозионных процессов в районе г. Дзержинска и его окрестностях на ближайшие годы и даже десятилетия. Это крайне важно не только для перспективного развития города, но и для совершенствования методики оценки карстовой опасности.



Рис. 3. Карстовый провал в северо-западных окрестностях п. Желнино (2009 г.)

*В геоморфологическом отношении* исследуемая площадка расположена на второй надпойменной террасе р. Оки и занимает северный участок побережья оз. Плотинка на границе с третьей надпойменной террасой. Сам опорный участок представляет собой вытянутый в северо-восточном направлении своеобразный полуостров, окруженный с южной и восточной сторон водами озера Плотинка, с западной – заболоченным пространством, поросшим осокой и березняком. Полуостров представляет собой довольно высоко приподнятый над уровнем водной поверхности озера (на 8 м) песчаный бугристый массив, поросший на большей части участка, старым сосновым лесом с примесью мелкокося сосны, березы и кустарников. Длина полуострова составляет 0,4 км. Средняя ширина – 0,15 км. Площадь участка – 0,06 км<sup>2</sup>. Полуостров преимущественно в своей центральной части осложнен многочисленными карстовыми воронками свежими и старыми, диаметром от 1 до 21 м и глубиной от 0,2 до 5 м и многочисленными просадками диаметром менее 1 м, которые на первом этапе работ пока не исследовались.

Рассматриваемый опорный участок относится к Желнинской территории развития карста, площадь которой составляет  $\sim 1,0$  км<sup>2</sup>. Согласно «Карте районирования г. Дзержинска по карстоопасности для целей разработки генерального плана развития города» данная территория развития карста относится ко II-й категории устойчивости по интенсивности провалообразования:  $\lambda = 0,1$  до  $1,0$  пров./год на км<sup>2</sup> и категории «В» по средним диаметрам ( $d = 8$  м). Карстоопасная территория охватывает северные и южные окрестности п. Желнино, в том числе и значительный участок жилых строений. На этой территории отмечено большое количество карстовых воронок, провалов и понижений неясного происхождения. Однако следует отметить, что упомянутая «Карта районирования...» построена на данных исследований поверхностных карстопоявлений преимущественно середины прошлого века, когда более или менее регулярно осуществлялись мониторинговые обследования территории г. Дзержинска и его окрестностей. Поэтому эта карта нуждается в существенной корректировке. Лучший вариант – создание новой «Карты районирования...».

По нашим данным за период 1954 по 2012 гг. на опорном участке, на территории площадью  $0,06$  км<sup>2</sup> возникло 14 новых карстовых провалов, т. е. провалы возникали периодически примерно 1 раз в 4,2 года.

Если принять, что величина интенсивности провалов  $\lambda$  есть величина постоянная, то  $\lambda$  для опорного участка площадью  $0,06$  км<sup>2</sup> равна  $0,24$  пров./год (если расчет интенсивности провалообразования делать на данном участке согласно данным «Карте районирования...», где  $\lambda = 0,1-1,0$  пров./год на км<sup>2</sup>, то  $\lambda$  на исследуемой площадке должна быть равной до  $0,06$  пров./год). Здесь мы видим явное несоответствие параметрам интенсивности провалообразования, которые определены для данного опорного участка с параметрами, показанными на «Карте районирования г. Дзержинска...».

Таким образом, на этом участке развития карста по сравнению с остальной закарстованной территорией района п. Желнино в целом интенсивность карстообразования примерно в четыре раза выше. Видимо это следует учитывать при микрорайонировании закарстованных территорий.

Одна из задач, которая стояла при исследовании поверхностных проявлений карста на опорном участке – оценка изменения динамики развития поверхностных проявлений карста за период 1954–2012 гг. Для этого был применен вероятностно-статистический метод, где определялась принадлежность двух выборок к одной генеральной совокупности и где сравнивались диаметры 41 карстовой воронки 1954 г. и такого же количества встреченных воронок в 2012 г. Расчеты проводились по «Методике статистической обработки эмпирических данных» [1] с использованием программы Excel. Отбирались две выборки объемом  $N_1$  (диаметры карстовых воронок 1954 г.) и объемом  $N_2$  (диаметры карстовых воронок 2012 г.). Далее определялась принадлежность двух выборок к одной генеральной совокупности. По результатам расчетов было определено, что различие между выборками практически отсутствует. Значит, существенного отклонения в динамике развития карста на опорном участке, если судить только по этим результатам, за период 1954-2012 гг. очевидно не произошло.

Однако по построенным гистограммам распределения глубин карстовых воронок по данным 1954 г. и современным измерениям отмечено заметное их различие. Так, например, по данным 2012 г. гораздо большее количество воронок с интервалами глубин от 1 до 4 м, при явном уменьшении воронок с глубинами до 1 м. Обнаружена постоянно развивающаяся воронка глубиной до 7 м. Воронок с такой глубиной по данным И. А. Саваренского в 1954 г. не было. Средняя глубина воронок увеличилась с  $1,55$  до  $1,71$  м.

Средний диаметр карстовых воронок по данным 1954 г. составлял  $8,28$  м, по данным 2012 г. –  $8,24$  м, что говорит практически о неизменности этого параметра. Однако средняя глубина воронок увеличилась почти на  $0,2$  м, причиной этому



возможно является образование новых воронок и просадок на старых карстовых воронках.

Изменение параметров глубин карстовых воронок и появление многочисленных просадок, которые не были отмечены в исследованиях И. А. Саваренского в 1954 г., очевидно связано с некоторым усилением в последнее время карстово-суффозионных процессов, которые зависят в первую очередь от режима колебания уровней грунтовых и трещинно-карстовых вод.

#### Литература

1. Методика статистической обработки эмпирических данных, М., 1966.

**С. Е. Колосов, Д. И. Зотов**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Территория большинства крупных городов России подвержена воздействию различных опасных инженерно-геологических процессов: подтопления, карста, оползней, овражной эрозии и т. д., что зачастую приводит к аварийным ситуациям. Особую опасность представляет возникновение таких процессов на территории опасных производственных объектов.

Карстовый процесс по внезапности проявления, катастрофическим последствиям вызывает особое опасение у строителей и проектировщиков. Основным фактором, провоцирующим активность карста в современных условиях города, является техногенез. Техногенные воздействия, прежде всего, сказываются на изменении природного химического состава подземных вод, что обусловлено сбросом и многолетними утечками жидких химически активных отходов предприятий в толщу водовмещающих пород, приводящих к повышению агрессивности трещинно-карстовых вод и в конечном итоге – к увеличению их растворяющей способности. Гравитационные, вибрационные воздействия активно влияют на механизм и динамику карстовых провалов, особенно в завершающей стадии выхода свода полости на поверхность. Это становится особенно опасным в условиях, когда трещиноватые карстующиеся породы перекрыты сверху водонасыщенными песками различной крупности и плотности.

В ходе строительства и эксплуатации инженерных сооружений на опасных производственных объектах в Нижнем Новгороде, Дзержинске и других городах, располагающихся на территориях, подверженных закарстованности горных пород, с периодической активизацией карстопроявлений возникают серьезные проблемы в связи с необходимостью обеспечения эффективной противокарстовой защиты и устройства взаимоувязанных систем слежения за состоянием оснований этих сооружений, оповещения о критических их изменениях, предотвращения негативных воздействий на целостность и безопасность эксплуатации сооружений. Необходимо отметить, что одним из важнейших условий прогнозирования карстоопасности и направленности развития карстового процесса является установление по данным бурения, комплекса геофизических исследований фактической подземной закарстованности пород, т. е. наличие карстовых полостей, их параметров, заполненность их обрушившимся или привнесенным материалом, глубина залегания полостей, приуроченность к типу пород и др.

Так, за последние 10 лет, вследствие критических деформаций разрушению подвергся целый ряд инженерных сооружений и зданий в Нижегородской области и в других регионах России.

Авторы считают, что оценка карстоопасности должна основываться на двух параметрах, а именно: интенсивности развития деформаций на поверхности и размеров поверхностных проявлений карста, а все разрабатываемые мероприятия по повышению устойчивости земной поверхности относительно карстовых деформаций должны быть направлены на уменьшение интенсивности развития и размеров поверхностных проявлений карста.

Анализ их причин показал, что во всех случаях были допущены принципиальные ошибки на различных стадиях: выбора площадки строительства, инженерных изысканиях, проектирования, строительства и эксплуатации. Значительная часть ошибок была связана с недостаточно выполненным обследованием инженерных объектов.

Важной задачей при этом является определение характера опасности деформаций для специальных инженерных сооружений.

Анализ аварий и повреждений инженерных сооружений дал возможность классифицировать характер опасности следующим образом:

- катастрофические разрушения с потерей общей устойчивости сооружения и основных несущих конструкций, которые приводят к гибели людей, пожарам, взрывам и другим техногенным катастрофам и авариям;
- частичные разрушения и повреждения с потерей устойчивости отдельных блоков сооружения, которые приводят к временному прекращению эксплуатации инженерных сооружений;
- повреждения несущих конструкций общего характера, которые приводят к длительному существенному затруднению эксплуатации сооружений;
- повреждения, которые могут привести к временному затруднению эксплуатации сооружений или не оказывают влияния на эксплуатационную надежность сооружения.

Технический расчет и оценка безопасной эксплуатации различных типов инженерных сооружений является важнейшим условием безопасной эксплуатации сооружений. На основании опыта работы авторов оценка безопасности базируется на результатах комплексных инженерно-геологических, геофизических и специальных исследований. При комплексной оценке безопасной эксплуатации учитываются:

- инженерно-геологические исследования горных пород с изучением возможности периодической активизации карстопроявлений;
- анализ сложившихся и возможных в будущем техногенных нагрузок;
- расчетный срок эксплуатации инженерных объектов;
- конструктивные особенности сооружений.

При принятии проектных инженерных решений по усилению при разработке эффективной противокарстовой защиты фундаментов и в целом конструкции сооружений, размещаемых на опасных производственных объектах, учитывая особый статус объектов, было взято за основу положение – проведение технической экспертизы должно предотвратить возможность катастрофических разрушений несущих конструкций сооружений и обеспечить их эксплуатационную безопасность. Это достигается за счет специальных инженерных мероприятий конструктивного, геотехнического, строительно-технологического и эксплуатационного характера. Объем мероприятий определяется в каждом конкретном случае в зависимости от степени взрыво- и пожароопасности объекта, возможного масштаба воздействия на окружающую среду при аварийной ситуации. Виды инженерной защиты выбираются исходя из класса ответственности сооружения, расчетного срока его службы, конструктивных решений, размеров активной зоны основания, нагрузок, технологического режима, условий строительства и эксплуатации, учета техногенных нагрузок.

Особое значение необходимо уделять системе оперативного контроля за техническим состоянием строительных конструкций сооружений на основе применяемых в ННГАСУ современных неразрушающих методов диагностики.

Новейшее российское, швейцарское и немецкое оборудование для диагностики строительных конструкций инженерных сооружений позволяет оперативно и эффективно без нарушения сплошности конструкций определять такие параметры как: наличие пустот и разуплотнение грунта за обделкой тоннелей и заглубленных сооружений, прочность и однородность бетона в конструктивных элементах, упругие характеристики и коррозионное состояние бетона, расположение и диаметр арматуры в бетоне конструкций, наличие скрытых дефектов в бетоне (раковины, трещины, расслоения и др.), газопроницаемость, водопроницаемость, морозостойкость бетона, агрессивность воды по отношению к бетону, толщину защитного слоя, местоположение зон коррозии арматуры в бетоне, линейные деформации, динамика раскрытия трещин и деформационных швов, смещение элементов конструкций.

Экспертные работы проводятся группой, состоящей из нескольких высококвалифицированных ведущих специалистов профильных кафедр ННГАСУ под руководством профессоров и заведующих кафедрами, имеющих ученые степени кандидатов и докторов технических наук, а также аттестованных в Волжско-Окском управлении Ростехнадзора России как эксперты в различных областях промышленной безопасности с правом проведения расчетов остаточного ресурса.

Комплексные исследования инженерных сооружений на опасных производственных объектах производятся с применением современных приборов, созданных на основе микропроцессорных технологий, таких как: георадар «ЗОНД-12С», тепловизор «ИРТИС-2 000 СВ», ультразвуковые дефектоскопы «СКАНЕР» и «РАСКАН», толщиномер «БУЛАТ-1S», измеритель длины свай «ИУСЕ», лазерные тахеометры «SOKKIA-630», электронные молотки Шмидта (DIGI SCHMIDT-2000, «SCHMIDT-XAMMER», «SCHMIDT-LB») для определения прочности железобетонно-каменных конструкций, локатор арматуры PROFOMETR-5 для обнаружения расположения арматуры, анализатор степени коррозии арматуры «CANIN», ультразвуковые приборы TICO, RESI (для измерения удельного сопротивления), железобетонных элементов, вакуумный анализатор TORRENT (для измерения воздухопроницаемости и водопроницаемости бетона) и многие др. Все вышеперечисленные приборы отличают такие достоинства, как возможность проведения массовых измерений, отсутствие при проведении измерений ошибок субъективного характера, максимальная точность измерений, очень высокая разрешающая способность, надежная система обработки и хранения результатов, а также мобильность.

Комплексная оценка состояния инженерно-геологических условий площадки строительства и эксплуатации опасного производственного объекта, качества произведенных строительно-монтажных работ по возведению объекта, прочности строительных материалов и конструкций, позволяет прогнозировать срок безопасной эксплуатации объекта, а также обосновывать объемы и сроки проведения капитального ремонта как всего объекта, так и отдельных конструктивных элементов.

**Э. Г. Рудченко**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

## **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕССОВИДНЫХ СУГЛИНКОВ НИЖНЕГО ГОРИЗОНТА В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ**

В Нижегородской губернии лессовидные суглинки встречаются в её центральной и южной частях на водоразделах. В Нижнем Новгороде они залегают только в нагорной части города. Мощность их составляет 3–4 метра на площади Минина, 10–12 метров – на улицах Большой Покровской, Белинского, в нагорных микрорайонах и Кузнечихе, 20 метров – на проспекте Гагарина, 20–25 метров – в Щербинках, в Верхних Печерах. В районах области мощность лессовидных суглинков составляет 5–15 метров.

Повсеместно лессовидные суглинки делятся на два горизонта: верхний – эолово-делювиального происхождения, светло-бурого цвета, макропористый, просадочный, мощностью 7–8 м, местами 3–4 м; нижний – озерно-аллювиального происхождения, бурого цвета, со слабой макропористостью, непросадочный, мощностью до 17–18 м, чаще 10–12 м, местами нижний горизонт лессовидных суглинков отсутствует.

Большое значение имеет оценка свойств лессовидных суглинков нижнего горизонта, особенно в связи со строительством высотных зданий с более глубокими котлованами.

Определение свойств (около 3000 определений) лессовидных суглинков нижнего горизонта позволило определить для всей нагорной части Нижнего Новгорода следующие средние значения: естественная влажность – 0,218, коэффициент пористости – 0,73, число пластичности – 0,103; компрессионный модуль деформации – 4,6 МПа; компрессионный модуль деформации с замачиванием – 3,86 МПа; угол внутреннего трения –  $20^{\circ} 33'$ ; угол внутреннего трения с замачиванием –  $19^{\circ} 25'$ ; сцепление – 0,022 МПа; сцепление с замачиванием – 0,014 МПа.

Большое значение также имеет частотность каждого свойства.

Анализ проведенных значений (таблица) позволяет сделать следующие выводы:

- 1) число пластичности имеет максимальную встречаемость в интервалах 0,9–0,12;
- 2) естественная влажность – в интервалах 0,18–0,25;
- 3) коэффициент пористости – в интервалах 0,65–0,76;
- 4) угол внутреннего трения – в интервалах 16–24°;
- 5) сцепление – в интервалах 0,08–0,032 МПа.

Приведенные данные о свойствах лессовидных суглинков нижнего горизонта в Нижнем Новгороде могут быть использованы при оценке их значений на конкретных строительных площадках.

**Частотность значений физических и физико-механических свойств  
нижнего горизонта лессовидных суглинков Нижнего Новгорода, %**

Число пластичности	Интервальные значения числа пластичности									
	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13		0,14	
1,19	Частотность значений числа пластичности									
	9,5	21,43	33,3	17,86	11,96	4,76		–		
Естественная влажность	Интервальные значения влажности									
	0,12–0,13	0,14–0,15	0,16–0,17	0,18–0,19	0,20–0,21	0,22–0,23	0,24–0,25	0,26–0,27	0,28–0,29	
1,2	Частотность значений влажности									
	2,5	6,8	15,0	29,0	22,0	15,0	7,3		1,2	
Коэффициент пористости	Интервальные значения коэффициента пористости									
	0,56–0,58	0,59–0,61	0,62–0,64	0,65–0,67	0,68–0,70	0,71–0,73	0,74–0,76	0,77–0,79	0,80–0,82	0,83–0,85
0,4	Частотность значений коэффициента пористости									
	3,6	3,8	16,0	20,1	20,5	18,2	9,1	8,3	1,8	–
Угол внутреннего трения в градусах	Интервальное значение угла внутреннего трения									
	≤ 14,0	14,1–16,0	16,1–18,0	18,1–20,0	20,1–22,0	22,0–24,0	24,1–26,0	26,1–28,0	>28,0	–
2,33	Частотность значений угла внутреннего трения									
	8,14	13,95	12,80	24,41	26,74	9,63	1,20	0,80	–	–
Сцепление МПа	Интервальные значения сцепления									
	≤ 0,004	0,0041–0,008	0,0081–0,012	0,0121–0,016	0,0161–0,020	0,0201–0,024	0,0241–0,028	0,0281–0,032	0,0321–0,036	0,0361–0,040
4,54	Частотность значений сцепления									
	4,54	10,23	17,05	12,5	19,32	7,95	10,23	5,69	3,41	4,54

### ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОПЕРАТОРОВ ТОЖДЕСТВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СПИНОВЫМИ МАТРИЦАМИ

Для учета моментных уровней в операторах механики сплошных деформируемых сред [1] при решении задач в аналитических функциях предлагается использовать в качестве базисных векторов эрмитовы спиновые матрицы. В исследовании необходимо иметь возможность применять и операторы тождественного преобразования и их делители. Преобразования производятся в коммутативном поле комплексных чисел [2], [3]. Они представляются в алгебраической форме следующим образом:  $Z_{xy} = x + (\delta_i / \delta_e) y$ , где операторы тождественного преобразования  $\delta_e$  и  $\delta_i$ , а также их делители – спиновые матрицы  $\xi_e, \xi_i, \eta_e, \eta_i, \zeta_e, \zeta_i$  записываются так:

$$\delta_e = \begin{pmatrix} e & 0 \\ 0 & e \end{pmatrix}, \quad \xi_e = \begin{pmatrix} 0 & e \\ e & 0 \end{pmatrix}, \quad \eta_e = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \zeta_e = \begin{pmatrix} e & 0 \\ 0 & -e \end{pmatrix},$$

$$\delta_i = \begin{pmatrix} i & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}, \quad \xi_i = \begin{pmatrix} 0 & i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \eta_i = \begin{pmatrix} 0 & e \\ -e & 0 \end{pmatrix}, \quad \zeta_i = \begin{pmatrix} i & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix},$$

$$\delta_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \delta_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \xi_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \eta_{1e} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \eta_{1i} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \zeta_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix},$$

где  $e$  и  $i$  базисные векторы коммутативного унитарного кольца над телом  $\mathbf{R}$  действительных чисел, подчиняющиеся мультипликативному закону  $\perp$ :

$$e \perp e = e^2, \quad i \perp i = i^2 = -e e = -e^2, \quad e \perp i = i \perp e = e i = i e.$$

Для всех  $a, b \in \mathbf{R}$  имеет место равенство:

$$(a - b \perp i) (a + b \perp i) = a^2 + b^2 \in \mathbf{R}.$$

Можно выписать уравнения для комплексных чисел в трех плоскостях с применением для действительных осей операторов тождественного преобразования  $\delta_e$  и  $\delta_i$ , а для мнимых осей – их делителей  $\xi_e, \xi_i, \eta_e, \eta_i, \zeta_e, \zeta_i$ . В плоскости  $z = 0$  (угол  $\alpha$  отсчитывается от оси  $x$  в направлении оси  $y$ ) уравнение имеет вид:

$$Z_{xy} = x + (\eta_i / \delta_e) y.$$

Для плоскости  $x = 0$  (угол  $\beta$  отсчитывается от оси  $y$  в направлении оси  $z$ ) уравнения записываются так:  $Z_{yz} = y + (\zeta_i / \delta_e) z$ .

Для плоскости  $y = 0$  (угол  $\gamma$  отсчитывается от оси  $z$  в направлении оси  $x$ ) записывается выражение:  $Z_{zx} = z + (\xi_i / \delta_e) x$ .

Тригонометрическая форма для плоскости  $z = 0$  имеет вид:

$$Z_{xy} = r_{xy} \cdot [\cos \alpha + (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha], \quad \text{где } r_{xy}^2 = x^2 + y^2.$$

Сопряженное с  $Z_{xy}$  комплексное число определяется формулой:

$$\check{Z}_{xy} = x - (\eta_i / \delta_e) \cdot y = r_{xy} \cdot [\cos \alpha - (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha].$$

Модуль комплексного числа  $(Z_{xy} \cdot \check{Z}_{xy})^{0,5} = |Z_{xy}| =$

$$= \{r_{xy} \cdot [\cos \alpha + (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha] \cdot r_{xy} \cdot [\cos \alpha - (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha]\}^{0,5} = r_{xy}.$$

Аргумент комплексного числа  $\alpha = \text{Arg } Z_{xy} = -\text{Arg } \check{Z}_{xy}$ .

Произведение чисел  $Z_{1xy}$  и  $Z_{2xy}$  приводит к формулам:

$$\begin{aligned} Z_{1xy} \cdot Z_{2xy} &= r_{1xy} \cdot r_{2xy} \cdot [\cos \alpha_1 + (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha_1] \cdot [\cos \alpha_2 + (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha_2] = \\ &= r_{1xy} \cdot r_{2xy} \cdot [\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2 + \cos \alpha_1 \cdot (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha_2 + \\ &+ (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2 + (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha_1 \cdot (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin \alpha_2] = \\ &= r_{1xy} \cdot r_{2xy} \cdot [(\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2 - \sin \alpha_1 \cdot \sin \alpha_2) + (\eta_i / \delta_e) \cdot (\cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_2 + \\ &+ \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2)] = r_{1xy} \cdot r_{2xy} \cdot [\cos (\alpha_1 + \alpha_2) + (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin (\alpha_1 + \alpha_2)], \end{aligned}$$

где  $\eta_i \cdot \eta_i = \delta_i \cdot \delta_i = -\delta_e \delta_e = -\delta_e^2$ .

Квадрат комплексного числа представляется выражением:

$$Z_{xy} \cdot Z_{xy} = r_{xy} \cdot r_{xy} \cdot [\cos (2\alpha) + (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin (2\alpha)].$$

Возведение комплексного числа в степень  $n$  имеет вид:

$$Z_{xy}^n = r_{xy}^n \cdot [\cos (n\alpha) + (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin (n\alpha)].$$

Деление комплексных чисел проводится по формулам:

$$Z_{1xy} / Z_{2xy} = (r_{1xy} / r_{2xy}) \cdot [\cos(\alpha_1 - \alpha_2) + (\eta_i / \delta_e) \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha_2)].$$

Подобные формулы для плоскостей  $x = 0$  и  $y = 0$  представлены ниже.

$$x = 0: \text{Модуль комплексного числа } (Z_{yz} \cdot \check{Z}_{yz})^{0,5} = |Z_{yz}| = (y^2 + z^2)^{0,5} = r_{yz},$$

Аргумент комплексного числа  $\beta = \text{Arg } Z_{yz} = -\text{Arg } \check{Z}_{yz}$ .

$$Z_{yz} = r_{yz} \cdot [\cos \beta + (\zeta_i / \delta_e) \cdot \sin \beta], \quad Z_{1yz} \cdot Z_{2yz} = r_{1yz} \cdot r_{2yz} \cdot [\cos(\beta_1 + \beta_2) + (\zeta_i / \delta_e) \cdot \sin(\beta_1 + \beta_2)],$$

$$Z_{yz}^n = r_{yz}^n \cdot [\cos(n\beta) + (\zeta_i / \delta_e) \cdot \sin(n\beta)],$$

$$y = 0: \text{Модуль комплексного числа } (Z_{zx} \cdot \check{Z}_{zx})^{0,5} = |Z_{zx}| = (z^2 + x^2)^{0,5} = r_{zx},$$

Аргумент комплексного числа  $\gamma = \text{Arg } Z_{zx} = -\text{Arg } \check{Z}_{zx}$ .

$$Z_{zx} = r_{zx} \cdot [\cos \gamma + (\xi_i / \delta_e) \sin \gamma], \quad Z_{1zx} \cdot Z_{2zx} = r_{1zx} \cdot r_{2zx} \cdot [\cos(\gamma_1 + \gamma_2) + (\xi_i / \delta_e) \cdot \sin(\gamma_1 + \gamma_2)],$$

$$Z_{zx}^n = r_{zx}^n \cdot [\cos(n\gamma) + (\xi_i / \delta_e) \cdot \sin(n\gamma)],$$

где  $\zeta_i \cdot \zeta_i = \delta_i \cdot \delta_i = -\delta_e \cdot \delta_e = -\delta_e^2$ ,  $\xi_i \cdot \xi_i = \delta_i \cdot \delta_i = -\delta_e \cdot \delta_e = -\delta_e^2$ .  
Записанные выражения принадлежат трем коммутативным телам комплексных чисел, в которых действительные оси не имеют базисных векторов, а чисто мнимые оси имеют векторы, подобные мнимой единице  $i$ .

Для разделения объектов (в том числе и операторов) разных уровней в одном преобразовании необходимо сохранить в выражениях количество (по  $\delta$ ,  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$ ) мультипликативных операций  $\cdot$ . Для этого требуется другое представление комплексных чисел:

$$1. \text{ Плоскость } z = 0. \quad Z_{xy} = r_{xy} (\delta_e \cos \alpha + \eta_i \sin \alpha),$$

$$Z_{xy}^n = r_{xy}^n \cdot \delta_e^{n-1} \cdot [\delta_e \cdot \cos(n\alpha) + \eta_i \cdot \sin(n\alpha)].$$

$$2. \text{ Плоскость } x = 0. \quad Z_{yz} = r_{yz} (\delta_e \cos \beta + \zeta_i \sin \beta),$$

$$Z_{yz}^n = r_{yz}^n \cdot \delta_e^{n-1} \cdot [\delta_e \cdot \cos(n\beta) + \zeta_i \cdot \sin(n\beta)].$$

$$3. \text{ Плоскость } y = 0. \quad Z_{zx} = r_{zx} (\delta_e \cos \gamma + \xi_i \sin \gamma),$$

$$Z_{zx}^n = r_{zx}^n \cdot \delta_e^{n-1} \cdot [\delta_e \cdot \cos(n\gamma) + \xi_i \cdot \sin(n\gamma)].$$

Здесь  $\delta_e \cdot \xi_i = \xi_i \cdot \delta_e$ ,  $\delta_e \cdot \eta_i = \eta_i \cdot \delta_e$ ,  $\delta_e \cdot \zeta_i = \zeta_i \cdot \delta_e$ .

Рассматривается вектор места  $\mathbf{R} = x \mathbf{e}_x + y \mathbf{e}_y + z \mathbf{e}_z$ , где  $x, y, z$  – декартовы координаты,  $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z$  – орты декартовых координат.

$$\text{Единичный вектор } \mathbf{e}_R = \frac{x}{R} \mathbf{e}_x + \frac{y}{R} \mathbf{e}_y + \frac{z}{R} \mathbf{e}_z =$$

$$= \cos(x, R) \mathbf{e}_x + \cos(y, R) \mathbf{e}_y + \cos(z, R) \mathbf{e}_z = n_x \mathbf{e}_x + n_y \mathbf{e}_y + n_z \mathbf{e}_z = \mathbf{n},$$

где  $\mathbf{n}$  – вектор единичной нормали к площадке перпендикулярной вектору  $\mathbf{R}$ ,  $n_x, n_y, n_z$  – направляющие косинусы.

Тригонометрические функции углов  $\alpha, \beta, \gamma$  можно представить через направляющие косинусы:  $r_{xy} = (R^2 - z^2)^{0,5} = R(1 - n_z^2)^{0,5}$ ,

$$r_{yz} = (R^2 - x^2)^{0,5} = R(1 - n_x^2)^{0,5}, \quad r_{zx} = (R^2 - y^2)^{0,5} = R(1 - n_y^2)^{0,5},$$

$$\sin \alpha = y / r_{xy}, \quad \sin \beta = z / r_{yz}, \quad \sin \gamma = x / r_{zx},$$

$$\cos \alpha = x / r_{xy}, \quad \cos \beta = y / r_{yz}, \quad \cos \gamma = z / r_{zx}.$$

$$\sin \alpha = n_y / (1 - n_z^2)^{0,5} = R n_y / r_{xy}, \quad \sin \beta = n_z / (1 - n_x^2)^{0,5} = R n_z / r_{yz},$$

$$\sin \gamma = n_x / (1 - n_y^2)^{0,5} = R n_x / r_{zx}, \quad \cos \alpha = n_x / (1 - n_z^2)^{0,5} = R n_x / r_{xy},$$

$$\cos \beta = n_y / (1 - n_x^2)^{0,5} = R n_y / r_{yz}, \quad \cos \gamma = n_z / (1 - n_y^2)^{0,5} = R n_z / r_{zx}.$$

Представляются суммы координат для каждой из осей  $x, y, z$ , выбранных из действительных и мнимых частей уравнений, записанных для трех плоскостей по законам комплексных чисел:

$$U_x = \delta_e r_{xy} \cos \alpha + \xi_i r_{zx} \sin \gamma, \quad U_y = \delta_e r_{yz} \cos \beta + \eta_i r_{xy} \sin \alpha,$$

$$U_z = \delta_e r_{zx} \cos \gamma + \zeta_i r_{yz} \sin \beta.$$

$$\text{Полусумма всех } U_i: \quad U = R / 2 [\delta_e (n_x + n_y + n_z) + \xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z].$$

Квадрат полусуммы:

$$U^2 = R^2 / 4 \{ \delta_e^2 (n_x + n_y + n_z)^2 + 2 \delta_e (n_x + n_y + n_z) (\xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z) +$$

$$+ (\xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z)^2 \} = R^2 / 4 \{ \delta_e^2 (1 + 2 n_x n_y + 2 n_y n_z + 2 n_z n_x) +$$

$$+ 2 \delta_e (n_x + n_y + n_z) (\xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z) + \delta_i^2 \}, \quad \delta_e^2 + \delta_i^2 = 0,$$

$$U^2 = R^2 / 2 \{ \delta_e^2 (n_x n_y + n_y n_z + n_z n_x) + \delta_e (n_x + n_y + n_z) (\xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z) \}.$$

Из выражения для  $U$  получается:  $\xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z = 2U / R - \delta_e (n_x + n_y + n_z)$ .

Составляется квадратное уравнение:

$$U^2 = R^2 / 2 \{ \delta_e^2 (n_x n_y + n_y n_z + n_z n_x) + \delta_e (n_x + n_y + n_z) [2U / R - \delta_e (n_x + n_y + n_z)] \},$$

$$U^2 - UR \delta_e (n_x + n_y + n_z) + R^2 / 2 \delta_e^2 [(n_x + n_y + n_z)^2 - n_x n_y - n_y n_z - n_z n_x] = 0,$$

$$U^2 - UR \delta_e (n_x + n_y + n_z) + R^2 / 2 \delta_e^2 (1 + n_x n_y + n_y n_z + n_z n_x) = 0.$$

Решение квадратного уравнения:

$$U = R / 2 \delta_e (n_x + n_y + n_z) \pm [R^2 / 4 \delta_e^2 (n_x + n_y + n_z)^2 - R^2 / 2 \delta_e^2 (1 + n_x n_y + n_y n_z + n_z n_x)]^{0,5} = \\ = R / 2 \delta_e (n_x + n_y + n_z) \pm R / 2 \delta_e (-1)^{0,5} = R / 2 [\delta_e (n_x + n_y + n_z) \pm \delta_i].$$

Приравниваются два значения  $U$ :

$$R / 2 [\delta_e (n_x + n_y + n_z) \pm \delta_i] = R / 2 [\delta_e (n_x + n_y + n_z) + \xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z].$$

Из равенства получается:  $\pm \delta_i = \xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z$ ,

а также  $\pm \delta_i \cdot (-1)^{0,5} = (\xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z) \cdot (-1)^{0,5} = \pm (-\delta_e) = -(\xi_e n_x + \eta_e n_y + \zeta_e n_z)$ .

Смена знака приводит к виду:  $\pm \delta_e = \xi_e n_x + \eta_e n_y + \zeta_e n_z$ .

Эти уравнения и есть разложение операторов тождественного преобразования  $\delta_e$  и  $\delta_i$  на их делители – спиновые матрицы  $\xi_e, \xi_i, \eta_e, \eta_i, \zeta_e, \zeta_i$ .

Квадраты объектов  $\pm \delta_i$  и  $\pm \delta_e$  равны:

$$\delta_i^2 = (\xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z)^2 = \delta_i^2, \quad \delta_e^2 = (\xi_e n_x + \eta_e n_y + \zeta_e n_z)^2 = \delta_e^2.$$

Приводится второй вариант исследования. Повторяются те же процедуры, что и в первом варианте, но с координатами  $x, y, z$ .

$$\text{Плоскости: } z = 0, \quad Z_{xy} = \delta_e x + \eta_i y; \quad x = 0, \quad Z_{yz} = \delta_e y + \zeta_i z;$$

$$y = 0, \quad Z_{zx} = \delta_e z + \xi_i x.$$

Находится полусумма координат:

$$U = 0,5 [\delta_e (x + y + z) + \xi_i x + \eta_i y + \zeta_i z],$$

$$U^2 = 0,25 [\delta_e^2 (x + y + z)^2 + 2 \delta_e (x + y + z) (\xi_i x + \eta_i y + \zeta_i z) +$$

$$+ (\xi_i x + \eta_i y + \zeta_i z)^2] = 0,25 [\delta_e^2 (R^2 + 2xy + 2yz + 2zx) +$$

$$+ 2 \delta_e (x + y + z) (\xi_i x + \eta_i y + \zeta_i z) + \delta_i^2 R^2],$$

$$U^2 = 0,5 [\delta_e^2 (xy + yz + zx) + \delta_e (x + y + z) (\xi_i x + \eta_i y + \zeta_i z)],$$

$$\xi_i x + \eta_i y + \zeta_i z = 2U - \delta_e (x + y + z),$$

$$U^2 = 0,5 \{ \delta_e^2 (xy + yz + zx) + \delta_e (x + y + z) [2U - \delta_e (x + y + z)] \},$$

$$U^2 - U \delta_e (x + y + z) - 0,5 \delta_e^2 (xy + yz + zx) + 0,5 \delta_e^2 (x + y + z)^2 = 0,$$

$$U^2 - U \delta_e (x + y + z) + 0,5 \delta_e^2 (R^2 + xy + yz + zx) = 0,$$

$$U = 0,5 \delta_e (x + y + z) \pm 0,5 \delta_e (R^2 + 2xy + 2yz + 2zx - 2R^2 - 2xy - 2yz - 2zx)^{0,5},$$

$$U = 0,5 \delta_e (x + y + z) \pm 0,5 \delta_e R (-1)^{0,5} = 0,5 [\delta_e (x + y + z) + \xi_i x + \eta_i y + \zeta_i z].$$

Получаются те же результаты:  $\pm \delta_i = (\xi_i x + \eta_i y + \zeta_i z) / R = \xi_i n_x + \eta_i n_y + \zeta_i n_z$ ,

$$\pm \delta_e = (\xi_e x + \eta_e y + \zeta_e z) / R = \xi_e n_x + \eta_e n_y + \zeta_e n_z.$$

В сферических координатах:  $\pm \delta_e = \sin \theta \cos \varphi \xi_e + \sin \theta \sin \varphi \eta_e + \cos \theta \zeta_e$ .

В цилиндрических координатах  $(r, \varphi, z)$ :

$$\pm \delta_e = r [(\xi_e \cos \varphi + \eta_e \sin \varphi) + \zeta_e z] / (r^2 + z^2)^{0,5}.$$

В двух вариантах исследования рассматривались суммы объектов. Это направляющие косинусы  $(n_x + n_y + n_z)$  и декартовы координаты  $(x + y + z)$ . В предложенном виде они естественны, так как известно значение символов.

В комплексных числах скалярное сложение действительной и мнимой частей невозможно, так как чисто мнимое число имеет объект  $i$ . Здесь сложение должно быть геометрическим. При численном представлении суммы с одним базисным вектором  $\delta_e$  складываются компоненты трех осей тождественного преобразования  $\delta_e$   $(a + b + c)$  и компоненты трех осей со спиновыми матрицами  $(\xi_i a + \eta_i b + \zeta_i c)$ . Спиновые матрицы (делители  $\delta_i$ ) соответствуют базисным векторам, оси  $\delta_e$  при численном представлении неразличимы. Числовое выражение сумм неопределенно по смыслу, даже если известны размерности (радианы, метры). Для использования подобных объектов в сложных многоуровневых преобразованиях необходим дополнительный вид размерности. Это размерность направления, которая приводит к необходимости геометрического сложения. Возможный вариант: число 'a' со своей размерностью имеет индекс направления 'x' или 'y', или 'z' и пишется, соответственно,  $a_x$  или  $a_y$ , или  $a_z$ . При этом используется форма записи символьных компонент



вектора, только индексы ставятся к числам. Если  $a, b, c$  – числа декартовых координат  $(x, y, z)$ , то пишется  $\delta_e (a_x + b_y + c_z)$ . Это числовой объект подобный вектору. В сумме объектов суммируются только числа с одинаковыми индексами.

### Литература

1. Пигулевский, Э. В. Объекты, определяющие соотношения и уравнения движения в механике полей и сред второго порядка / Э. В. Пигулевский // 13-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки – 2011»: [Труды конгресса]. В 2 т. Т. 1 / Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т; отв. ред. Е. В. Копосов – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – С. 452–455.

2. Фор, Р. Современная математика / Р. Фор, А. Кофман, М. Дени-Папен. – М.: Мир, 1966. – 271 с.

3. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров: определения, теоремы, формулы / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1973. – 832 с.

**Э. В. Пигулевский**  
(ННГАСУ, г. Н. Новгород, Россия)

### ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА МЕСТА В БАЗИСЕ ОПЕРАТОРОВ ТОЖДЕСТВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

В качестве базисных векторов предлагается использовать операторы тождественного преобразования [1]  $\delta_e, \delta_i$ :

$$\delta_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \delta_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \delta_e = \begin{pmatrix} e & 0 \\ 0 & e \end{pmatrix}, \delta_i = \begin{pmatrix} i & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}, \delta_e = e \delta_1, \delta_i = i \delta_1,$$

а также операторы  $\delta_k$  и  $\delta_m$  в виде ортонормированного базиса в объединении коммутативного поля комплексных чисел (плоскость  $x, y$ ) и коммутативного поля с осью  $z$ . В соответствии с предлагаемым принципом нормирования показателей степеней элементов, составляющих вектор базиса, вводятся элементы коммутативного кольца  $k = (ei)^{0.5}$  и  $m = (-ei)^{0.5}$ . Здесь сумма показателей степеней двух элементов равна единице, как и степень каждого элемента  $e = e^1$  и  $i = i^1$ . Элементы  $k$  и  $m$  позволяют ввести эрмитовые спиновые матрицы и операторы тождественного преобразования:

$$\xi_k = \begin{pmatrix} 0 & k \\ k & 0 \end{pmatrix}, \eta_k = \begin{pmatrix} 0 & -m \\ m & 0 \end{pmatrix}, \zeta_k = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & -k \end{pmatrix}, \xi_m = \begin{pmatrix} 0 & m \\ m & 0 \end{pmatrix}, \eta_m = \begin{pmatrix} 0 & k \\ -k & 0 \end{pmatrix},$$

$$\zeta_m = \begin{pmatrix} m & 0 \\ 0 & -m \end{pmatrix}, \delta_k = \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & k \end{pmatrix}, \delta_m = \begin{pmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{pmatrix}, k^2 + m^2 = 0.$$

Спиновые матрицы подчиняются мультипликативному закону:

$$\xi_k^2 = \eta_k^2 = \zeta_k^2 = \delta_k^2 = -\delta_m^2 = \delta_e \delta_i, \xi_m^2 = \eta_m^2 = \zeta_m^2 = \delta_m^2 = -\delta_k^2 = -\delta_e \delta_i,$$

$$\xi_k \eta_k = -\eta_k \xi_k = \delta_m \zeta_k = \delta_k \zeta_m = \delta_i \zeta_i = -\delta_e \zeta_e,$$

$$\eta_k \zeta_k = -\zeta_k \eta_k = \delta_m \xi_k = \delta_k \xi_m = \delta_i \xi_i = -\delta_e \xi_e,$$

$$\zeta_k \xi_k = -\xi_k \zeta_k = \delta_k \eta_m = \delta_m \eta_k = \delta_i \eta_i = -\delta_e \eta_e,$$

$$\xi_m \eta_m = -\eta_m \xi_m = -\delta_m \zeta_k = -\delta_k \zeta_m = -\delta_i \zeta_i = \delta_e \zeta_e,$$

$$\eta_m \zeta_m = -\zeta_m \eta_m = -\delta_m \xi_k = -\delta_k \xi_m = -\delta_i \xi_i = \delta_e \xi_e,$$

$$\zeta_m \xi_m = -\xi_m \zeta_m = -\delta_m \eta_k = -\delta_k \eta_m = -\delta_i \eta_i = \delta_e \eta_e,$$

$$\begin{aligned} \xi_k \xi_m &= \xi_m \xi_k = \eta_k \eta_m = \eta_m \eta_k = \zeta_k \zeta_m = \zeta_m \zeta_k = \delta_k \delta_m = \delta_i^2 = -\delta_e^2, \\ \xi_k \eta_m &= -\eta_m \xi_k = \xi_m \eta_k = -\eta_k \xi_m = \delta_m \zeta_m = -\delta_k \zeta_k = -\delta_i \zeta_e = -\delta_e \zeta_i, \\ \eta_k \zeta_m &= -\zeta_m \eta_k = \eta_m \zeta_k = -\zeta_k \eta_m = \delta_m \xi_m = -\delta_k \xi_k = -\delta_i \xi_e = -\delta_e \xi_i, \\ \zeta_k \xi_m &= -\xi_m \zeta_k = \zeta_m \xi_k = -\xi_k \zeta_m = \delta_m \eta_m = -\delta_k \eta_k = -\delta_i \eta_e = -\delta_e \eta_i. \end{aligned}$$

Объединение коммутативных полей принимается эквивалентным системе сферических координат. Операторы  $\delta_e$  и  $\delta_i$  в плоскости  $xu$  соответствуют ортонормированным независимым векторам. По аксиоматическому определению предполагается также считать операторы  $\delta_k$  и  $\delta_m$  соответствующими независимым векторам. В нижеприведенных исследованиях операторы  $\delta_k$  и  $\delta_m$  не раскрываются, так как оставляется возможность их иного представления. Эти операторы могут заменять операторы  $\delta_e$  и  $\delta_i$  в плоскости  $xu$ .

В поле комплексных чисел используется тригонометрическое представление с углом  $\varphi$ :

$$\begin{aligned} Z_\varphi^1 &= \delta_e \cos \varphi + \delta_i \sin \varphi, \quad Z_{\varphi_1}^1 = \delta_e \cos \varphi_1 + \delta_i \sin \varphi_1, \quad Z_{\varphi_2}^1 = \delta_e \cos \varphi_2 + \delta_i \sin \varphi_2, \\ Z_{\varphi_1}^1 \cdot Z_{\varphi_2}^1 &= \delta_e [\delta_e \cos (\varphi_1 + \varphi_2) + \delta_i \sin (\varphi_1 + \varphi_2)], \\ Z_\varphi^2 &= \delta_e (\delta_e \cos 2\varphi + \delta_i \sin 2\varphi), \quad \dots \quad Z_\varphi^n = \delta_e^{n-1} (\delta_e \cos n\varphi + \delta_i \sin n\varphi). \end{aligned}$$

В сферических координатах  $(R, \theta, \varphi)$   $x = R \sin \theta \cos \varphi$ ,  $y = R \sin \theta \sin \varphi$ ,  $z = R \cos \theta$ .

Для плоскости  $xu$  в поле комплексных чисел  $r = R \delta_m \sin \theta$ , а для оси  $z$  вводится  $z = R \delta_k \cos \theta$ . Координата  $R$  является общей для всех осей. Рассматривается тригонометрическая часть поля  $\theta$ :

$$\begin{aligned} Z_\theta &= \delta_m \sin \theta + \delta_k \cos \theta, \quad Z_{\theta_1} = \delta_m \sin \theta_1 + \delta_k \cos \theta_1, \quad Z_{\theta_2} = \delta_m \sin \theta_2 + \delta_k \cos \theta_2, \\ Z_{\theta_1} \cdot Z_{\theta_2} &= (\delta_m \sin \theta_1 + \delta_k \cos \theta_1) \cdot (\delta_m \sin \theta_2 + \delta_k \cos \theta_2) = \\ &= \delta_k [\delta_m \sin (\theta_1 + \theta_2) + \delta_k \cos (\theta_1 + \theta_2)], \quad Z_\theta^2 = \delta_k (\delta_m \sin 2\theta + \delta_k \cos 2\theta), \\ Z_\theta^n &= \delta_k^{n-1} (\delta_m \sin n\theta + \delta_k \cos n\theta), \quad \frac{Z_{\theta_1}}{Z_{\theta_2}} = \frac{\delta_m \cdot \sin \theta_1 + \delta_k \cdot \cos \theta_1}{\delta_m \cdot \sin \theta_2 + \delta_k \cdot \cos \theta_2} = \\ &= \delta_k^{-1} \cdot [\delta_m \sin (\theta_1 - \theta_2) + \delta_k \cos (\theta_1 - \theta_2)]. \end{aligned}$$

Представление  $\delta_m$  и  $\delta_k$  в виде  $(\delta_m^2)^{0,5} = (-\delta_e \delta_i)^{0,5}$  и  $(-\delta_k^2)^{0,5}$  при последовательном умножении операторов с четными показателями степени приводит к возможности их замены коммутативными операторами  $\delta_e$  и  $\delta_i$ . Поэтому операторы  $\delta_m$  и  $\delta_k$  предполагаются также коммутативными. Проведенные исследования показывают, что коммутативное поле с углом  $\theta$  является полем комплексных чисел.

Возведение в степень  $Z_\theta$  производится с использованием бинома Ньютона.

$$\begin{aligned} Z_\theta^n &= \delta_m^n (\sin \theta)^n + n \delta_m^{n-1} (\sin \theta)^{n-1} \delta_k \cos \theta + \\ &+ \frac{1}{2!} n(n-1) \delta_m^{n-2} (\sin \theta)^{n-2} \delta_k^2 (\cos \theta)^2 + \dots \\ &+ \frac{1}{t!} [n(n-1) \dots (n-t+1)] \delta_m^{n-t} (\sin \theta)^{n-t} \delta_k^t (\cos \theta)^t + \dots + \delta_k^n (\cos \theta)^n. \end{aligned}$$

Вводится векторное пространство  $Z$  с ортонормированным базисом  $\mathbf{e}_k$ , в котором производятся операции с объектами  $Z_\varphi$  и  $Z_\theta$ . В этом пространстве имеются

$$\begin{aligned} \text{векторы: } \mathbf{U}_\varphi &= \sum_{t=0}^n Z_\varphi^{n-t} \mathbf{e}_{t+1}, \quad \mathbf{U}_\theta = \delta_m^n (\sin \theta)^n \mathbf{e}_1 + \\ &+ n \delta_m^{n-1} (\sin \theta)^{n-1} \delta_k \cos \theta \mathbf{e}_2 + \frac{1}{2!} n(n-1) \delta_m^{n-2} (\sin \theta)^{n-2} \delta_k^2 (\cos \theta)^2 \mathbf{e}_3 + \dots \\ &+ \frac{1}{t!} [n(n-1) \dots (n-t+1)] \delta_m^{n-t} (\sin \theta)^{n-t} \delta_k^t (\cos \theta)^t \mathbf{e}_{t+1} + \dots + \delta_k^n (\cos \theta)^n \mathbf{e}_n. \end{aligned}$$

Вектор места  $\mathbf{R}^1$  может быть получен в объединенном поле комплексных чисел с углом  $\varphi$  и с углом  $\theta$ :

$$\mathbf{U}^1 = \mathbf{R}^1 [\delta_m \sin \theta (\delta_e \cos \varphi + \delta_i \sin \varphi) + \delta_k \cos \theta].$$

Произведение векторов  $U_1^1 \cdot U_2^1$  представлено выражениями:

$$U_1^1 = R_1^1 [\delta_m \sin \theta_1 (\delta_e \cos \varphi_1 + \delta_i \sin \varphi_1) + \delta_k \cos \theta_1],$$

$$U_2^1 = R_2^1 [\delta_m \sin \theta_2 (\delta_e \cos \varphi_2 + \delta_i \sin \varphi_2) + \delta_k \cos \theta_2],$$

$$U_1^1 \cdot U_2^1 = R_1^1 \cdot R_2^1 \{ \delta_m^2 \sin \theta_1 \sin \theta_2 \delta_e [\delta_e \cos (\varphi_1 + \varphi_2) + \delta_i \sin (\varphi_1 + \varphi_2)] + \\ + \delta_k \delta_m [\sin \theta_1 \cos \theta_2 (\delta_e \cos \varphi_1 + \delta_i \sin \varphi_1) + \cos \theta_1 \sin \theta_2 (\delta_e \cos \varphi_2 + \delta_i \sin \varphi_2)] + \\ + \delta_k^2 \cos \theta_1 \cos \theta_2 \}.$$

$$\text{Тогда } U^n = R^n U_\theta \cdot U_\varphi = R^n [\delta_m \sin \theta Z_\varphi + \delta_k \cos \theta]^n = \\ = R^n [\delta_m \sin \theta (\delta_e \cos \varphi + \delta_i \sin \varphi) + \delta_k \cos \theta]^n,$$

где знак « $\cdot$ » показывает действие скалярного умножения векторов.

Уравнение возведения в степень имеет вид:

$$U^n = R^n \sum_{t=0}^n \frac{n!}{t!(n-t)!} (\delta_m \sin \theta)^{n-t} (\delta_k \cos \theta)^t \delta_e^{n-t-1} [\delta_e \cos (n-t)\varphi + \delta_i \sin (n-t)\varphi].$$

Приводятся уравнения 2, 3 и 4-й степени:

$$U^2 = R^2 [\delta_1 \delta_m^2 \sin^2 \theta \delta_e (\delta_e \cos 2\varphi + \delta_i \sin 2\varphi) + 2 \delta_1 \delta_m \sin \theta \delta_k \cos \theta (\delta_e \cos \varphi + \\ + \delta_i \sin \varphi) + \delta_1 \delta_1 \delta_k^2 \cos^2 \theta],$$

$$U^3 = R^3 [\delta_1 \delta_m^3 \sin^3 \theta \delta_e^2 (\delta_e \cos 3\varphi + \delta_i \sin 3\varphi) + 3 \delta_m^2 \sin^2 \theta \delta_k \cos \theta \delta_e (\delta_e \cos 2\varphi + \\ + \delta_i \sin 2\varphi) + 3 \delta_m \sin \theta \delta_k^2 \cos^2 \theta \delta_1 (\delta_e \cos \varphi + \delta_i \sin \varphi) + \delta_1 \delta_1 \delta_k^3 \cos^3 \theta],$$

$$U^4 = R^4 [\delta_m^4 \sin^4 \theta \delta_1 \delta_e^3 (\delta_e \cos 4\varphi + \delta_i \sin 4\varphi) + \\ + 4 \delta_m^3 \sin^3 \theta \delta_k \cos \theta \delta_e^2 (\delta_e \cos 3\varphi + \delta_i \sin 3\varphi) + \\ + 6 \delta_m^2 \sin^2 \theta \delta_k^2 \cos^2 \theta \delta_e (\delta_e \cos 2\varphi + \delta_i \sin 2\varphi) + \\ + 4 \delta_m \sin \theta \delta_k^3 \cos^3 \theta \delta_1 (\delta_e \cos \varphi + \delta_i \sin \varphi) + \delta_k^4 \cos^4 \theta \delta_1 \delta_1].$$

Здесь единичный оператор тождественного преобразования  $\delta_1$  подчиняется мультипликативным законам:

$$\delta_e^0 = \delta_i^0 = \delta_m^0 = \delta_k^0 = Z_\varphi^0 = \delta_1, \delta_1^2 = \delta_1, \delta_1 \delta_e = \delta_e \delta_1 = \delta_e, \delta_1 \delta_i = \delta_i \delta_1 = \delta_i, \\ \delta_1 \delta_k = \delta_k \delta_1 = \delta_k, \delta_1 \delta_m = \delta_m \delta_1 = \delta_m.$$

Операторы с базисными векторами  $k = (ei)^{0,5}$  и  $m = (-ei)^{0,5}$  и их делители могут заменять базисные векторы  $e$  и  $i$ . Примером может служить их разложение (проекции). Рассматриваются три комплексные плоскости  $xu, yz, zx$  с соответствующими числами

$$\delta_k x + \eta_m y, \delta_k y + \zeta_m z, \delta_k z + \xi_m x.$$

Процедура усреднения позволяет записать вектор места.

$$U = 0,5 [\delta_k (x + y + z) + \xi_m x + \eta_m y + \zeta_m z].$$

Здесь сумма  $x + y + z$  является геометрической.

Вводятся направляющие косинусы:  $\cos(n, x) = n_x = x/R$ ,  $\cos(n, y) = n_y = y/R$ ,  $\cos(n, z) = n_z = z/R$ . Тогда вектор  $U$  примет вид:

$$U = 0,5 R [\delta_k (n_x + n_y + n_z) + \xi_m n_x + \eta_m n_y + \zeta_m n_z].$$

Функция  $U$  возводится в квадрат:

$$U^2 = 0,25 R^2 [\delta_k^2 (n_x + n_y + n_z)^2 + 2 \delta_k (n_x + n_y + n_z) (\xi_m n_x + \eta_m n_y + \zeta_m n_z) + \\ + (\xi_m n_x + \eta_m n_y + \zeta_m n_z)^2] = 0,25 R^2 [\delta_k^2 (1 + 2 n_x n_y + 2 n_y n_z + 2 n_z n_x) + \\ + 2 \delta_k (n_x + n_y + n_z) (\xi_m n_x + \eta_m n_y + \zeta_m n_z) + \delta_m^2], \delta_k^2 + \delta_m^2 = 0,$$

$$U^2 = 0,5 R^2 [\delta_k^2 (n_x n_y + n_y n_z + n_z n_x) + \delta_k (n_x + n_y + n_z) (\xi_m n_x + \eta_m n_y + \zeta_m n_z)].$$

Производится составление и решение квадратного уравнения.

Из уравнения  $U$  можно получить:

$$\xi_m n_x + \eta_m n_y + \zeta_m n_z = 2U/R - \delta_k (n_x + n_y + n_z),$$

$$U^2 = 0,5 R^2 \{ \delta_k^2 (n_x n_y + n_y n_z + n_z n_x) + \delta_k (n_x + n_y + n_z) [2U/R - \delta_k (n_x + n_y + n_z)] \},$$

$$U^2 - UR \delta_k (n_x + n_y + n_z) + 0,5 R^2 \delta_k^2 [(n_x + n_y + n_z)^2 - n_x n_y - n_y n_z - n_z n_x] = 0,$$

$$U^2 - UR \delta_k (n_x + n_y + n_z) + 0,5 R^2 \delta_k^2 (1 + n_x n_y + n_y n_z + n_z n_x) = 0,$$

$$U = 0,5 R \delta_k [(n_x + n_y + n_z) \pm [0,25 R^2 \delta_k^2 [(n_x + n_y + n_z)^2 - 0,5 R^2 \delta_k^2 (1 + n_x n_y + \\ + n_y n_z + n_z n_x)]^{0,5}]^{0,5} = 0,5 R \delta_k [(n_x + n_y + n_z) \pm (-1)^{0,5}].$$

Корни квадратного уравнения приравняются начальному значению  $U$ :

$$U = 0,5 R \delta_k [(n_x + n_y + n_z) \pm (-1)^{0,5}] = 0,5 R [\delta_k (n_x + n_y + n_z) + \xi_m n_x + \eta_m n_y + \zeta_m n_z].$$

После сокращений можно представить оператор  $\delta_k$  через его делители:

$$\pm \delta_k (-1)^{0,5} = \pm \delta_m = \xi_m n_x + \eta_m n_y + \zeta_m n_z,$$

$$\pm \delta_k = -(-1)^{0,5} \delta_k (-1)^{0,5} = -(-1)^{0,5} (\xi_m n_x + \eta_m n_y + \zeta_m n_z) = \xi_k n_x + \eta_k n_y + \zeta_k n_z.$$

Здесь учтено:  $(-1)^{0,5} \cdot m = (-1)^{0,5} \cdot (-ei)^{0,5} = -(ei)^{0,5} = -k$ .

При переходе к координатам  $x, y, z$  уравнение  $U^1$  имеет вид:

$$U^1 = \delta_m (\delta_e x + \delta_i y) + \delta_k z.$$

Возведение уравнения в степень  $n$  представляется двойным рядом:

$$U^n = \sum_{t=0}^n \frac{n!}{t!(n-t)!} \delta_m^{n-t} \left[ \sum_{s=0}^{n-t} \frac{(n-t)!}{s!(n-t-s)!} (\delta_e x)^{n-t-s} (\delta_i y)^s \right] (\delta_k z)^t.$$

Ниже приводятся уравнения  $U$ , возведенные в степени 1, 2, 3 и 4.

$$U^1 = \delta_m \delta_1^2 (\delta_e x + \delta_i y) + \delta_k \delta_1^3 z,$$

$$U^2 = \delta_m^2 \delta_e [\delta_e (x^2 - y^2) \delta_1 + \delta_i 2xy] \delta_1 + 2 \delta_m \delta_k z (\delta_e x + \delta_i y) \delta_1 + \delta_k^2 \delta_1^3 z^2,$$

$$U^3 = \delta_m^3 \delta_e^2 [\delta_e (x^3 \delta_1 - 3xy^2) + \delta_i (3x^2y - y^3 \delta_1)] \delta_1 + 3 \delta_m^2 \delta_k z \delta_e [\delta_e (x^2 - y^2) \delta_1 + \delta_i 2xy] + 3 \delta_m \delta_k^2 z^2 (\delta_e x + \delta_i y) \delta_1 + \delta_k^3 \delta_1^3 z^3,$$

$$U^4 = \delta_m^4 \delta_e^3 [\delta_e (x^4 \delta_1 - 6x^2y^2 + y^4 \delta_1) + \delta_i (4x^3y - 4xy^3)] \delta_1 + 4 \delta_m^3 \delta_k z \delta_e^2 [\delta_e (x^3 \delta_1 - 3xy^2) + \delta_i (3x^2y - y^3 \delta_1)] + 6 \delta_m^2 \delta_k^2 z^2 \delta_e [\delta_e \delta_1 (x^2 - y^2) + \delta_i 2xy] + 4 \delta_m \delta_k^3 z^3 \delta_1 (\delta_e x + \delta_i y) + \delta_k^4 \delta_1^3 z^4.$$

Дифференцирование вектора места производится следующим образом:

$$\frac{\partial Z_\varphi^n}{\partial Z_\varphi} = n Z_\varphi^{n-1}, \quad \frac{\partial U^n}{\partial Z_\varphi} = R^n \sum_{t=0}^n \frac{n!}{t!(n-t)!} (\delta_m \sin \theta)^{n-t} (\delta_k \cos \theta)^t (n-t) Z_\varphi^{n-t-1},$$

$$Z_{\theta\varphi} = \delta_m \sin \theta (\delta_e \cos \varphi + \delta_i \sin \varphi) + \delta_k \cos \theta, \quad U = R Z_{\theta\varphi}, \quad \frac{\partial U^n}{\partial Z_{\theta\varphi}} = R^n n Z_{\theta\varphi}^{n-1},$$

$$\frac{\partial U^n}{\partial R} = \frac{n}{R} U^n, \quad \frac{\partial U^n}{\partial \theta} = R^n \sum_{t=0}^n \frac{n!}{t!(n-t)!} [(n-t) (\delta_m \sin \theta)^{n-t-1} \delta_m \cos \theta (\delta_k \cos \theta)^t -$$

$$- (\delta_m \sin \theta)^{n-t} t (\delta_k \cos \theta)^{t-1} \delta_k \sin \theta] Z_\varphi^{n-t}, \quad \frac{\partial U^n}{\partial \varphi} = \frac{\partial U^n}{\partial Z_\varphi} \frac{\partial Z_\varphi}{\partial \varphi} =$$

$$= R^n \sum_{t=0}^n \frac{n!}{t!(n-t)!} (\delta_m \sin \theta)^{n-t} (\delta_k \cos \theta)^t (n-t) Z_\varphi^{n-t-1} (-\delta_e \sin \varphi + \delta_i \cos \varphi),$$

$$\nabla U^n = n U^{n-1} \{ \mathbf{e}_R Z_{\theta\varphi} + \mathbf{e}_\theta [\delta_m \cos \theta (\delta_e \cos \varphi + \delta_i \sin \varphi) - \delta_k \sin \theta] + \mathbf{e}_\varphi [\delta_m (-\delta_e \sin \varphi + \delta_i \cos \varphi)] \} = n U^{n-1} [\delta_m \delta_e \mathbf{e}_x + \delta_m \delta_i \mathbf{e}_y + \delta_k \mathbf{e}_z],$$

$$\nabla^2 U^n = n(n-1) U^{n-2} \delta_e \delta_i.$$

Представление радиуса места можно получить в цилиндрических координатах ( $r, \varphi, z$  или  $x, y, z$ ):  $U = r Z_\varphi + \delta_k z = \delta_e x + \delta_i y + \delta_k z = U_{xy} + \delta_k z$ .

$$U^n = \sum_{t=0}^n \frac{n!}{t!(n-t)!} r^{n-t} \delta_e^{n-t-1} [\delta_e \cos (n-t)\varphi + \delta_i \sin (n-t-1)\varphi] (\delta_k z)^t =$$

$$= \sum_{t=0}^n \frac{n!}{t!(n-t)!} U_x^{n-t} (\delta_k z)^t, \quad Z_\varphi^{n-t} = \delta_e^{n-t-1} [\delta_e \cos (n-t)\varphi + \delta_i \sin (n-t)\varphi], \quad U_{xy}^0 = \delta_1$$

Остальные операции подобны операциям в сферических координатах.

## Литература

1. Пигулевский, Э. В. Объекты, определяющие соотношения и уравнения движения в механике полей и сред второго порядка / Э. В. Пигулевский // 13-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки – 2011». [Текст]: [Труды конгресса]. В 2 т. Т. 1 / Нижегород. гос. архит.- строит. ун-т; отв. ред. Е. В. Копосов – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – С. 452–455.

**Е. Ю. Петров, О. Н. Княгина, Д. А. Липшиц, Л. Б. Марахова,  
Ю. А. Никитина**  
(Управление Роспотребнадзора по Нижегородской области  
г. Н. Новгород, Россия)

**ОРГАНИЗАЦИЯ НАДЗОРА ЗА КАЧЕСТВОМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
В Г. Н. НОВГОРОДЕ И НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.  
ИТОГИ 2012 ГОДА И ЗАДАЧИ НА 2013 ГОД**

В целях реализации Федеральной целевой программы «Чистая вода 2011–2017 гг.» и Водной стратегии Российской Федерации до 2020 года приоритетным направлением в достижении санитарно-эпидемиологического благополучия в Нижегородской области остается обеспечение населения доброкачественной питьевой водой как одного из определяющих факторов, влияющих на здоровье населения.

В 2012 г. при активном участии Управления Роспотребнадзора по Нижегородской области Постановлением Правительства Нижегородской области № 92 от 19.02.2013 г. утверждена Региональная адресная программа «Чистая вода в Нижегородской области на 2013–2017 гг.». По г. Н. Новгороду мероприятия по обеспечению населения доброкачественной водой вошли в городскую инвестиционную программу «Новое строительство и модернизация водопроводных и канализационных сооружений по проекту плана развития г.Н. Новгорода» на 2013–2015 гг. В настоящее время программа находится на утверждении в Городской Думе.

Кроме того, в 2012 году часть мероприятий по водоснабжению и водоотведению реализовывались и финансировались в рамках еще 4 областных целевых программ. В 42 районах области разработаны и реализуются целевые районные программы.

Всего в 2012 году под надзором Управления Роспотребнадзора по Нижегородской области находились 3 003 объектов, осуществляющих эксплуатацию систем водоснабжения и деятельность по сбору, очистке и распределению воды; и 620 объектов, осуществляющих деятельность по удалению сточных вод, отходов и аналогичную деятельность. Надзорные мероприятия осуществлялись в соответствии с требованиями санитарного законодательства. В целом в 2012 году за выявленные нарушения по надзору за организацией водоснабжения и водоотведения составлено 584 протокола об административных правонарушениях (2011 год – 328), вынесено постановлений о наложении штрафов на общую сумму 2 205 300 рублей (2011 год – 1 240 700 рублей).

Эффективность надзора обеспечивает и производственный контроль, организованный практически на всех источниках централизованного водоснабжения по расширенному перечню исследуемых ингредиентов, включающему микробиологический, санитарно-химический, радиологический, вирусологический, паразитологический контроль воды. Ежегодно в Нижегородской области проводится более 25 тысяч исследований проб питьевой воды из разводящей сети.

Совокупность проведенных организационных и надзорных мероприятий позволяет говорить об улучшении качества воды, подаваемой населению Нижегородской области.

Проведенный с учетом оценки критериев качества питьевой воды, разработанных Роспотребнадзором, анализ показал, что в Нижегородской области на конец 2012 года 93,1 % населения обеспечены доброкачественной и условно доброкачественной питьевой водой (2011 год – 91,3 %, показатель по РФ – 91,2 %). Снизилось с 4,1 % в 2010 году до 3,0 % в 2012 году количество населения, обеспеченного недоброкачественной питьевой водой. В то же время 3,9 % (128 тысяч человек) проживает в населенных пунктах, где питьевая вода не исследовалась, что не позволяет оценить ее качество.

В 2012 году произошло снижение удельного веса нестандартности питьевой воды, подаваемой населению по микробиологическим показателям по Нижегородской

области до 4,0 % (2011 год – 4,4%, по РФ – 4,6 %). Следует отметить, что по г. Н. Новгороду намечается негативная тенденция по ухудшению качества воды по микробиологическим показателям. В 2012 году удельный вес проб воды, не соответствующих требованиям гигиенических нормативов по микробиологическим показателям, составил 1,6 % (2011 год – 1,2 %, 2010 год – 0,76 %). В связи с вышеизложенным и с целью недопущения ухудшения ситуации проводится комплекс мероприятий по стабилизации качества водоснабжения в г. Н. Новгороде.

По санитарно-химическим показателям удельный вес нестандартности по Нижегородской области составил 16,2 % (2011 год – 15,9 %, по РФ – 16 %), по г. Н. Новгороду – 3,4 % (2011 год – 3,6 %). Удельный вес проб питьевой воды, не соответствующих требованиям гигиенических нормативов, не превышает среднероссийские показатели.

С целью объективной оценки текущей санитарно-эпидемиологической ситуации анализ качества питьевой воды, подаваемой населению Нижегородской области, проведен, в том числе с использованием программы для ЭВМ «Методика интегральной оценки качества питьевой воды в системе мониторинга санитарного надзора за питьевым водоснабжением населенных мест», разработанной в нашем Управлении совместно с НГМА и имеющей свидетельство о государственной регистрации.

Проведенная оценка качества воды по статистическим показателям позволила ранжировать районы на группы в зависимости от значения удельного веса проб воды, не соответствующих требованиям гигиенических нормативов. Так, по результатам оценки за 2012 год к районам с высоким значением санитарно-химического показателя нестандартности воды относятся 18 районов (Балахнинский, Выксунский, Дальнеконстантиновский, г. Дзержинск и др.); к районам с высоким значением микробиологического показателя нестандартности воды относятся 23 района (Ковернинский, Кстовский, Лысковский, Семеновский, Володарский, Дальнеконстантиновский и др.). Оценка по динамическим показателям позволила выделить группы районов с положительной (неизменной) и отрицательной тенденцией изменения уровней качества питьевой воды.

Основными причинами ухудшения качества воды явились снижение финансирования предприятий жилищно-коммунального хозяйства области и, как следствие, непроведение необходимого комплекса мероприятий (замены ветхих сетей, организации зон санитарной охраны источников и т. д.), отсутствие необходимых комплексов доочистки воды (Балахнинский, Чкаловский, Ардатовский, Вадский, Володарский районы, г. Дзержинск), отсутствие или проведение в недостаточном объеме плано-профилактических работ (чистка, дезинфекция, промывка, в том числе по нестандартным результатам исследований воды), о чем был проинформирован Губернатор Нижегородской области.

Одним из важнейших направлений по обеспечению населения безопасной питьевой водой в соответствии с Водной стратегией Российской Федерации до 2020 года является контроль за организацией и обеспечением режима зон санитарной охраны водоисточников, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В этой связи Управление активно взаимодействует с министерством экологии и природных ресурсов Нижегородской области. Результатом совместной работы явилось издание Постановления Правительства Нижегородской области № 157 от 09.03.2011 г. «Об уполномоченном органе исполнительной власти Нижегородской области по утверждению проектов округов и зон санитарной охраны водных объектов, используемых для питьевого, хозяйственно-бытового водоснабжения и в лечебных целях», определяющее порядок утверждения проектов зон санитарной охраны водных объектов на территории Нижегородской области.

Указанный нормативно-правовой акт позволяет обеспечить соблюдение санитарного законодательства при дальнейшем развитии территорий и активизировать разработку проектов зон санитарной охраны хозяйствующими субъектами.

В целом, удельный вес источников централизованного водоснабжения с организованными ЗСО в 2012 году составил 88,9 % (из 2 729 источников 304 не отвечают санитарным требованиям из-за отсутствия зон санитарной охраны). В 2011 году этот показатель составил 88,4 %.

Проведенная Управлением Роспотребнадзора по Нижегородской области работа позволила достичь, а в ряде случаев и улучшить значение планируемых показателей и ожидаемых результатов реализации ВЦП «Гигиена и здоровье» в разделе «Организация водоснабжения»:

- удельный вес населения, обеспеченного доброкачественной питьевой водой составил 93,1 % (планируемый индикативный показатель – 90,4 %);
- удельный вес источников водоснабжения, имеющих организованные ЗСО – до 88,9 % (планируемый индикативный показатель – 87,0 %);
- удельный вес проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям – 4,0 % (планируемый индикативный показатель – 4,5 %);
- отсутствие вспышек инфекционных заболеваний с водным путем передачи инфекции.

Основными задачами по организации водоснабжения и водоотведения в Нижегородской области на 2013 год являются следующие:

1. Контроль за реализацией Федеральной целевой программы «Чистая вода 2011–2017 гг.», Водной стратегии Российской Федерации до 2020 года, Федерального закона № 416 от 07.12.2011 г. «О водоснабжении и водоотведении»
2. Контроль за реализацией Региональной адресной программы «Чистая вода в Нижегородской области на 2013–2017 гг.».
3. Увеличение удельного веса населения, обеспеченного доброкачественной и условно доброкачественной питьевой водой.
4. Недопущение возникновения вспышек с водным фактором передачи инфекции.
5. Достижение индикативных показателей ВЦП «Гигиена и здоровье» по разделу организации водоснабжения населения.

**Т. А. Никитина, Е. А. Зяблов, С. К. Сиволапов**

*(Территориальный отдел управления Роспотребнадзора по Нижегородской области в Лысковском, Воротынском, Княгининском, Спасском районах, филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области в Лысковском, Воротынском, Княгининском, Спасском районах, г. Лысково, Нижегородская обл.)*

### **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СЕЛЬСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИЗ ИСТОЧНИКОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПОЙМЕ Р. ВОЛГИ И ЕЕ ПРИТОКОВ В ЛЫСКОВСКОМ РАЙОНЕ**

Естественная потребность сельского населения жить в более комфортных условиях в первую очередь предполагает увеличение потребления воды. При решении вопросов, связанных с водоснабжением сельских населенных мест, надо исходить из того, что задача снабжения населения водой, отвечающей гигиеническим нормативам ее качества и количества, должна быть выполнена в той же мере, как и при водоснабжении городов. Давно ушло в прошлое колодезное и родниковое водоснабжение, поэтому основной формой водоснабжения на селе становится водопровод. При решении вопроса организации хозяйственно-питьевого водоснабжения села практически возникают две санитарные задачи.

1. Для сельского водопровода должен быть выбран источник, который отвечает в своем природном состоянии или в результате обработки воды

гигиеническим требованиям, принятым в практике питьевого водоснабжения. Это требование сохраняет свое значение при всех условиях, так как даже в пределах производственной площадки вода будет использоваться и для питья. Кроме того, для водопоя скота и для молочных предприятий необходима вода, соответствующая нормам питьевой.

2. Сам водопровод и его эксплуатация должны рассчитывать не только для производственных целей, но и для снабжения населения.

Совершенно очевидно, что без принятия обоснованных продуманных управленческих решений всех уровней решить задачи существенного улучшения централизованного водоснабжения сельских поселений не представляется возможным. Вместе с тем с принятием закона № 131-ФЗ от 06 октября 2003 года «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» эти вопросы перекадываются на сельские администрации, которые в принципе не в состоянии их разрешить. Поэтому, на наш взгляд по вопросу сельского водоснабжения должна быть принята общегосударственная программа.

Надзор за организацией хозяйственно-питьевого водоснабжения населения является приоритетным направлением в работе Территориального отдела Управления Роспотребнадзора по Нижегородской области в Лысковском, Воротынском, Княгининском, Спасском районах. С учетом критериев оценки доброкачественности, разработанных Роспотребнадзором, в Нижегородской области на начало 2013 года 61,0 % населения обеспечены доброкачественной питьевой водой и 34,2 % – условно доброкачественной (2012 год – 60,9 % и 33,8 % соответственно). Количество населения, обеспеченного недоброкачественной питьевой водой осталось неизменным – 2,0 %. В то же время 2,7 % населения проживает в населенных пунктах, где питьевая вода не исследовалась, что не позволяет оценить ее качество.

Лысковский район расположен в центральной части Нижегородской области и имеет промышленно-сельскохозяйственное направление. Территория района разделена р. Волгой на две половины. 91 % населения проживает в его правобережной нагорной части. Учитывая то, что 44,6 % населения района, а это более 19 000 человек, проживает в сельских поселениях, и в летнее время за счет дачников число живущих на селе значительно увеличивается, вопрос централизованного водоснабжения сел района является весьма актуальным.

Несмотря на обилие открытых водоемов поймы р. Волги в Лысковском районе, их использование в качестве источников водоснабжения достаточно проблематично, так как 40,7 % исследованных проб воды не отвечают гигиеническим нормативам, в частности по содержанию железа, и 82,8 % проб не соответствуют по микробиологическим показателям, что, естественно, требует организации серьезной водоподготовки воды и ее обеззараживания. Поэтому в качестве водоисточников на селе используются артезианские скважины и родниковые каптажи.

Из всех водопроводов только 1 водопровод (г. Лысково) – из поверхностного источника, в качестве которого выбрана р. Валава. Вместе с тем этот водопровод обеспечивает водой 22,14 % от населения всех 4 районов и 87,8 % населения г. Лысково. Проектная мощность водозабора 9 000 м<sup>3</sup>/сут, фактическая мощность до 7 300 м<sup>3</sup>/сут. На водозаборе предусмотрен полный цикл очистки, осветления и обеззараживания воды. Коагуляция воды производится сернокислым алюминием с предварительным хлорированием. Для увеличения хлопьеобразования и качества коагуляции добавляется полиакриламид. Обеззараживание воды производится жидким хлором. В качестве хлордозаторов используются ЛОНИИ-100К. Производственный лабораторный контроль за содержанием остаточного алюминия, проводится 2 раза в сутки. Концентрация остаточного хлора на всех этапах водоподготовки контролируется ежечасно.

Остальные источники водоснабжения (93) – это артезианские скважины и родниковые каптажи, 9,67 % которых не удовлетворяет санитарным нормам и правилам, в том числе из-за отсутствия необходимой зоны санитарной охраны



Вместе с тем в левобережной части района значительное содержание железа выявлено и в подземных водоисточниках. Так, например, в артскважинах с. Макарьево и Макарьевского монастыря содержание железа составляет 6,16–10,17 мг/л, а в артскважинах НПС «Макарьево» этот показатель доходит до 29,17 мг/л. В подземных источниках водоснабжения правобережной части района основными негативными показателями качества воды являются повышенная общая жесткость, сухой остаток и в ряде случаев содержание сульфатов.

Производственный лабораторный контроль источников нецентрализованного водоснабжения не проводится или проводится в крайне недостаточном объеме.

В 2012 году за выявленные нарушения по надзору за водоснабжением составлено 25 протоколов об административном правонарушении.

В то же время, на качество водоснабжения продолжают влиять накопившиеся и медленно решаемые проблемы:

- отсутствие районных целевых программ по улучшению водоснабжения с обеспечением планового финансирования;

- невыполнение режимных мероприятий по ЗСО водоисточников, неудовлетворительное техническое состояние водоразводящих сетей, использование устаревших технологий водоподготовки на водоочистных сооружениях, особенно в сельской местности, либо их отсутствие;

- недостаточная техническая оснащенность служб эксплуатации сетей, особенно в сельской местности.

Основные задачи по улучшению организации питьевого водоснабжения и обеспечении населения безопасной питьевой водой в 2013 году следующие:

- разработка ОЦП по обеспечению населения курируемых районов доброкачественной питьевой водой;

- активизация работы с администрациями и органами исполнительной власти в районах, ужесточение требований к эксплуатирующим организациям, в том числе с применением административным мер;

- разработка проектов организации ЗСО в полном объеме и организация и утверждение размеров ЗСО органами местного самоуправления с разработкой планов режимных и ограничительных мероприятий в границах ЗСО и их реализация;

- требование от районных администраций создания и эффективной работы специализированных организаций (бригад), осуществляющих эксплуатацию сельских водоисточников и водопроводов;

- обеспечение лабораторного контроля качества питьевой воды, подаваемой населению по расширенной программе.

С точки зрения Территориального отдела Управления Роспотребнадзора по Нижегородской в Лысковском, Воротынском, Княгининском Спасском районах области существенную помощь в решении имеющихся проблем в организации водоснабжения могут сыграть областная целевая программа и районные целевые программы, направленные на обеспечение населения области питьевой водой нормативного качества. Учитывая то, что в области принята программа «Чистая вода», в настоящее время работа над разработкой районных программ по обеспечению населения доброкачественной питьевой водой активизировалась.

**Т. В. Осипова<sup>1</sup>, И. Г. Карачкин<sup>1</sup>, С. А. Фадеева<sup>1</sup>, Л. А. Егерова<sup>1</sup>,  
К. С. Белостоцкий<sup>1</sup>, Л. А. Бирюкова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области»

<sup>2</sup>Приволжский региональный центр мониторинга недр ГП «Волгагеология»)

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРИРОДНЫЙ И АНТРОПОГЕННЫЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОДОИСТОЧНИКОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

По данным Управления Роспотребнадзора по Нижегородской области подземные водоисточники обеспечивают питьевой водой 35 % населения Нижегородской области.

Население крупных городов использует воду из поверхностных источников. При этом следует отметить, что обеспечение водой из подземных водоисточников осуществляется на площади свыше 90 % территории области. Исследуемые подземные воды для питьевого водоснабжения являются предпочтительными исходя, прежде всего, из их защищенности (в различной степени), от загрязнения техногенного характера, и, как следствие, стабильности качественного состава, что позволяет использовать подземные воды для питья без дополнительной обработки или с минимальным комплексом водоподготовки.

В связи с вышеуказанным особое значение имеет качественная и количественная оценка имеющихся запасов подземных вод эксплуатируемых водоносных горизонтов.

Прежде всего, качественный состав подземных вод определяется геологической характеристикой водовмещающих пород.

Центром гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области осуществляется систематический контроль за качеством подземных питьевых вод, по результатам которого постоянно отмечается природное несоответствие качества по таким показателям, как общая жесткость, сухой остаток, сульфат, железо, марганец, бор, фтор.

При оценке расположения водозаборов четко прослеживаются определенные территории, где эти показатели локализуются.

Так, повышенная жесткость воды, высокое содержание сульфатов и общая минерализация характерны, прежде всего, для группы районов центральной части области (правобережье рек Оки и Волги). Это обусловлено забором воды, содержащейся в породах пермских отложений.

Повышенное содержание железа и марганца характерно для подземных питьевых вод, используемых населением на территории группы районов, расположенных в центре области в левобережной части рек Оки и Волги. Здесь в целях водозабора используется четвертичный аллювиальный водоносный горизонт.

В эксплуатируемых скважинах практически всех районов северной части области отмечается повышенное содержание таких микроэлементов как фтор и бор, что обусловлено использованием нижнетрисового водоносного комплекса.

Воды четвертичного аллювиального горизонта используются для питьевых целей в юго-западной части области, в связи с чем и здесь отмечается повышенное содержание железа.

В ряде районов юго-востока, в частности Сергачском, Пильнинском, Краснооктябрьском, также содержание железа выше ПДК, что, очевидно, связано с использованием водовмещающих юрских пород.

Таким образом, имеется объективное подтверждение зависимости качества используемых подземных вод и геологической характеристики водоносного горизонта.

Эксплуатируемые водоносные горизонты, кроме имеющегося природного несоответствия качества воды, не всегда являются защищенными от возможного проникновения загрязнений с поверхности. Прежде всего это характерно для таких районов как Навашинский, Выксунский, Володарский, Павловский, Ардатовский, городов Дзержинск, Первомайск, Шахунья.

ГП «Волгагеология» на сегодняшний день проведена масштабная оценка запасов подземных вод с прогнозом их качества.

По результатам определены наиболее перспективные месторождения, которые необходимо осваивать взамен существующих, не отвечающих требованиям. Прежде всего, это Южно-Горьковское месторождение, а также других водоносных горизонтов неогенового комплекса.

Результаты указанной работы необходимо учитывать в ходе реализации и корректировки программы по улучшению водоснабжения Нижегородской области.

Существующие в настоящее время программы размещения промышленных и других объектов, являющихся потенциальными источниками загрязнения подземных вод, не обеспечивают их должной защиты, а в ряде случаев создают реальную угрозу их загрязнения.

Одной из причин вышеуказанного является отсутствие координации в действиях по решению вопросов о размещении объектов и выделении участков под строительство муниципальными органами, природоохранными службами.

В целях улучшения положения по обеспечению населения доброкачественной водой и охраны подземных вод от загрязнения считаем целесообразным:

1. Произвести доработку (корректировку) программ по улучшению водоснабжения с учетом работ, выполненных и выполняемых Приволжским региональным центром мониторинга недр ГП «Волгагеология».

2. При размещении объектов учитывать возможность и условия по размещению в зависимости от характеристик водоносного горизонта и отдельных скважин.

3. В ходе градостроительной и архитектурной планировочной деятельности принимать в расчет наличие и состояние подземных вод.

4. Природоохранным службам и муниципальным органам разработать положение о взаимодействии по вопросам охраны подземных вод.

***Е. Ю. Петров, О. Н. Княгина, Д. А. Липшиц, Л. Б. Марахова,  
Ю. А. Никитина***

*(Управление Роспотребнадзора по Нижегородской области  
г. Н. Новгород, Россия)*

## **ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО УСЛОВИЯМИ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Современные исследования свидетельствуют о расширении и углублении представлений о патогенетическом влиянии водного фактора на здоровье населения. Высокий уровень заболеваемости кишечными инфекциями, гепатитом А, болезнями мочеполовой системы, риск воздействия на организм канцерогенных и мутагенных соединений, во многом связаны с потреблением недоброкачественной питьевой воды.

Большое влияние загрязнения питьевой воды на здоровье людей обуславливает значимость оценки качества воды. Для объективной и полной оценки качества питьевой воды, выбора системы показателей, отражающих загрязнение питьевой воды, установлены факторы и источники рисков. В зависимости от причины загрязнения выделяют риски: природные (естественные) и антропогенные (технические). Естественные риски обуславливаются природными факторами, антропогенные – деятельностью человека. Самыми распространенными видами рисков являются химические и биологические, а наиболее опасными – радиоактивные.

Наиболее интенсивное загрязнение питьевой воды происходит в г. Нижнем Новгороде. Имеющиеся данные свидетельствуют, что в одном литре питьевой воды в 2012 г. присутствовало до 1,5 мг химических веществ: железа, нефтепродуктов,

алюминия, фтора, формальдегида. Основными причинами загрязнения поверхностных вод являются сбросы в водоемы неочищенных сточных вод населенных пунктов, расположенных в зонах санитарной охраны городских водозаборов по течению рек Оки и Волги. На сбросы неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод указывает нестандартность проб по колифагам, обнаружение в пробах антигена вируса гепатита А.

Риски для здоровья населения представляет вторичное микробное загрязнение питьевой воды в разводящей сети, в которой уровень бактериального загрязнения по наиболее вероятному числу бактерий в 100 мл воды (НВЧ) в отдельные годы превышал 2 единицы в 0,4 % проб.

В ходе аналитической работы, были установлены следующие основные проблемы, требующие безотлагательного решения для обеспечения надлежащего качества питьевого водоснабжения:

- организация ЗСО источников водоснабжения, прекращение сбросов неочищенных сточных вод в зонах санитарной охраны водозаборов города;
- строительство дополнительных ступеней очистки и обеззараживания питьевой воды на водоочистных сооружениях;
- своевременная замена водопроводных сетей, выявление аварий на водопроводных и канализационных сетях, своевременная их ликвидация;
- организация работ по дезинфекции водопроводных сетей после аварийных ситуаций и нестандартных результатов проб воды по бактериологическим показателям и в плановом порядке;
- закольцовка тупиковых участков водопроводных сетей и т. д.

Таким образом, проблема обеспечения населения базового региона качественной водой в условиях многочисленных источников загрязнения характеризуется как весьма острая и требующая постоянного наблюдения за ее решением.

Уровень заболеваемости населения острыми кишечными инфекциями (ОКИ), по мнению ВОЗ, в числе прочих относят к индикаторным показателям проявления воздействия рисков водного генеза. В Нижегородской области на протяжении последних 10 лет отмечается тенденция к стабилизации заболеваемости ОКИ. В 2012 году зарегистрированы 12 243 случая ОКИ или 380,7 на 100 тысяч населения, что соответствует уровню заболеваемости 2011 года и на 17 % ниже, чем в 2010 году. На фоне снижения количества зарегистрированных случаев дизентерии и сальмонеллеза отмечается рост заболеваемости ОКИ установленной этиологии. Вместе с тем заболеваемость дизентерией в области на 15 % выше, чем в среднем по Приволжскому федеральному округу.

Следует отметить, что по сравнению с общероссийскими показателями в Нижегородской области уровни заболеваемости ОКИ установленной и неустановленной этиологии, дизентерией и сальмонеллезом были ниже. В 4 районах области (Павловский, Навашинский, Сокольский, Шарангский), г. Нижнем Новгороде зарегистрировано 7 очагов групповой и вспышечной заболеваемости острыми кишечными инфекциями против 9 очагов в 2011 году. Отмечено снижение количества пострадавших при вспышках с 97 человек (54 ребёнка) в 2011 году до 90 человек (88 детей) в 2012. Доля вспышечной заболеваемости в отчетном году составила 0,7 % (0,8 % в 2011).

Можно отметить, что в последние годы регистрировалось улучшение этиологической расшифровки ОКИ. В этиологической структуре ОКИ установленной этиологии доля вирусных инфекций выросла с 59 % в 2011 году до 61,3 % в 2012. В структуре вирусных ОКИ отмечен рост удельного веса ротавирусных гастроэнтеритов с 81,1 % в 2010 году (91,5 % в 2011) до 91,8 % в 2012 году. Доля ОКИ норовирусной этиологии снизилась с 13,3 % до 3,7 % соответственно. Заболеваемость ротавирусной инфекцией составила 61,2 на 100 тысяч населения (1 969 случаев), что на 9 % ниже, чем в 2011 году. В структуре ОКИ бактериальной этиологии увеличилась доля заболеваний, вызванных энтеропатогенными кишечными палочками (ЭПКП),

показатель заболеваемости составил 9,3 на 100 тысяч населения, что на 14 % выше, чем в 2011 году. Рост заболеваемости ОКИ вирусной этиологии обусловлен улучшением лабораторной диагностики при расследовании вспышек ОКИ и расшифровке единичных случаев заболевания в районах области.

Данные СГМ качества водоснабжения в динамике на разных этапах водопользования были использованы нами для оценки заболеваемости ОКИ в зависимости от организации хозяйственно-питьевого водоснабжения территорий. Было обнаружено, что вода из потребительской сети недостаточно очищена по сравнению с базовыми показателями водоисточника, в особенности по микробиологическим показателям.

Качество нецентрализованного водоснабжения в целом имело тенденцию к улучшению.

С целью выявления корреляционных соотношений между качеством водоснабжения и уровнем заболеваемости ОКИ нами были выбраны районы области и города, в которых заболеваемость по сумме ОКИ превысила и среднеобластную и среднероссийскую (табл. 1).

Таблица 1

**Районы Нижегородской области с высоким уровнем заболеваемости ОКИ установленной этиологии**

Районы области	Показатель на 100 тысяч населения
Арзамасский	439,4
Балахнинский	382,5
Борский	172,7
Вадский	169,3
Кстовский	145,9

Кроме того, был проведен анализ оперативной информации о наличии ЗСО и проведен расчет полученных данных на 100 000 населения для унификации исследуемых показателей. В ходе корреляционного анализа показателей заболеваемости ОКИ, доли нестандартных проб воды по санитарно-химическим и микробиологическим показателям на разных этапах водопользования и обеспеченности каждого из исследуемых районов источниками водоснабжения с организованными ЗСО, была выявлена прямая сильная корреляционная связь между долей нестандартных проб по микробиологическим показателям и уровнем заболеваемости ОКИ. Полученный результат дал возможность достоверно утверждать ( $p \leq 0,05$ ), что при увеличении доли нестандартных проб по микробиологическим показателям, отмечались высокие уровни заболеваемости ОКИ.

Уровень заболеваемости ОКИ коррелировал также и с коэффициентом наличия территорий с неорганизованными ЗСО (сильная обратная связь).

Кроме того, в отношении доли проб воды, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов по микробиологическим показателям, отмечалась средняя (Арзамасский, Ардатовский, Вадский районы) и сильная (Кстовский, Балахнинский район) обратная корреляционная связь.

Таким образом, чем меньше доля территорий с организованными ЗСО, тем выше уровень заболеваемости ОКИ. Чем меньше в отдельном районе водоисточников с организованными ЗСО, тем выше удельный вес нестандартных проб санитарно-химических показателей.

Несмотря на тенденцию к ослаблению связи в динамике в отношении показателей заболеваемости ОКИ и доли нестандартных проб, между значениями показателей ОКИ и микробиологическими показателями был отмечен колоссальный разрыв (от 0,3 до 0,9), который свидетельствовал о возможной несогласованности данных мониторинга источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и, в частности, о недостатках организации и контроля качества водоснабжения на данной территории.

Таким образом, анализ факторов риска, обусловленных качеством водоснабжения в базовом регионе, свидетельствовал о наличии значительного числа антропогенных источников загрязнения, влияющих на качественный и количественный состав загрязнений водоемов и питьевой воды. Корреляционный анализ выявил достоверную связь между числом НПМБ и уровнями заболеваемости населения ОКИ. Установленная несогласованность данных между значениями показателей ОКИ и м/б показателями мониторинга источников хозяйственно-питьевого водоснабжения свидетельствовала о недостатках организации и контроля качества водоснабжения на данной территории.

Вышеизложенное свидетельствует о дальнейшей необходимости проведения особенностей риска для здоровья населения, обусловленного санитарно-гигиенического обеспечения питьевой водой.

**Т. Ю. Феклина, Л. В. Подкопаева, И. Н. Коростелева, О. В. Парахина,  
Г. Н. Мухина, Н. К. Ершова**  
(ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области»,  
г.Н. Новгород, Россия)

## **СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ВОДАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Любая вода – это всегда раствор веществ: солей, комплексов металлов, кислот органических и неорганических, оксидов, газов. Одной из всегда присутствующих в водах примесью являются *нитраты* – соли азотной кислоты, содержащие однозарядный анион  $\text{NO}_3^-$ . Они хорошо растворимы в воде, неагрессивны и широко распространены.

Загрязнение воды нитратами может быть обусловлено как природными, так и антропогенными причинами.

Наибольшие концентрации нитратов обнаруживаются в поверхностных и приповерхностных подземных водах, наименьшие – в глубоких скважинах. Очень важно проверять на содержание нитратов воду из колодцев, родников, водопроводную воду, особенно в районах с развитым сельским хозяйством.

В пресных водоемах происходят интересные процессы перехода неорганических устойчивых и легкорастворимых азотсодержащих ионов одних в другие. Механизм этого процесса таков.

Аммиак накапливается в воде в процессе дезаминирования в результате протеолиза белков растительного и животного происхождения, осуществляемого гетеротрофными (аммонифицирующими) бактериями в аэробных и анаэробных условиях и вследствие автолиза клеток. Затем аммиак окисляется микроорганизмами до нитратов – основы питания растений. Этот процесс называется нитрификацией. Микроорганизмы *нитрификаторы* осуществляют процесс самоочищения водоема.

Все микроорганизмы, накапливающие азот, способствуют эвтрофикации водоема, что бывает нежелательно для водопользователей. Эвтрофикация – это повышение биопродуктивности водоема. Восстановление нитратов в *анаэробных* условиях осуществляет в водоеме весьма неоднородная в физиологическом отношении группа микроорганизмов *денитрификаторов*. В процессе денитрификации нитраты восстанавливаются до аммиака или молекулярного азота, который выделяется в атмосферу. Процессу денитрификации препятствует наличие растворенного кислорода. По наличию в водоеме азота в той или иной форме можно судить о степени органического загрязнения вод и об интенсивности их самоочищения.

Сейчас общеизвестно, что высокие дозы нитратов обладают токсичностью для человека и сельскохозяйственных животных. У человека они могут вызвать отравление и даже привести к смерти, так как токсическое действие нитратов связано

с восстановлением их до нитритов, до аммиака и гидроксилamina под влиянием микрофлоры пищеварительного тракта и тканевых ферментов. Наибольшая же опасность повышенного содержания нитратов в организме заключается в способности нитрит-иона участвовать в реакции нитрозирования аминов и амидов, в результате которой образуются нитрозосоединения, обладающие канцерогенным и мутагенным действием.

Нитраты проникают в организм человека разными путями:

- через продукты питания растительного и животного происхождения, в процентном соотношении: с овощами – 70 %, с мясными, молочными и консервированными продуктами – 6 %;
- через питьевую воду – 20 %, но наиболее опасно отравление нитратами, растворимыми в воде, т. к. это увеличивает скорость всасывания их в кровь;
- через лекарственные препараты;
- через табак;
- частично нитраты могут образовываться в самом человеческом организме в процессе обмена веществ.

Допустимая суточная доза (ДСД) – это количество веществ, поступающих в организм человека из всех возможных источников в пересчете на массу тела в мг на кг, которое может потребляться ежедневно на протяжении всей жизни без заметного риска для здоровья человека. Для взрослого – ДСД нитратов 5 мг на 1кг массы тела (например, для человека с весом 60 кг количество нитратов будет равным 300 мг).

В соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» нитраты относятся к санитарно-токсикологическим показателям качества питьевой воды III класса опасности, предельно допустимая концентрация (ПДК) которых не должна превышать 45,0 мг/л. Для воды, расфасованной в емкости, ПДК составляет 20,0 и 5,0 мг/л для первой и высшей категорий качества соответственно.

Для определения нитрат-иона за историю развития науки разработаны различные физико-химические качественные и количественные методы, такие как:

- колориметрический метод;
- потенциометрический метод;
- метод ионной хроматографии;
- капиллярный электрофорез.

Наибольшее количество находок нитратов, превышающих ПДК, конечно, приходится на воды децентрализованных подземных источников – это колодцы и незащищенные водоупорными пластами скважины. Эти источники, расположенные в черте Нижнего Новгорода, и скважины, вырытые на глубину менее 20 метров в районах области. Скважины, имеющие глубину более 20 метров, очень редко содержат нитраты в количествах выше ПДК, они чаще всего имеют повышенную в 3–4 раза жесткость. Присутствие нитратов в водах неглубоких колодцев говорит о старом загрязнении территорий органикой – чаще всего продуктами жизнедеятельности человека и животных и нитратными удобрениями.

Поверхностные водоемы, используемые для купания, находящиеся в черте города Нижнего Новгорода (озера родникового происхождения Щелковского Хутора, Гребной канал, находящийся на Волге, Сормовские озера) не содержат нитратов выше ПДК (45 мг/л).

Город Нижний Новгород снабжается водой из двух поверхностных источников – р. Оки и р. Волги, на которых расположены водонасосные очищающие станции, подающие воду населению через разводящую сеть. Превышение ПДК нитратов в разводящей сети за последние 10 лет не фиксировалось. Содержание нитратов в городских водоисточниках также обычно не превышает норму, но подвержено сезонным колебаниям. По данным за 2010–2013 гг, для р. Оки характерен среднегодовой показатель нитратов 7, 0 мг/л, а для р. Волги – 6,0 мг/л

Увеличение содержания нитратов весной по сравнению с другими временами года объясняется загрязнением водоемов талыми водами, несущими грязь и удобрения с сельскохозяйственных полей, из населенных пунктов.

Некоторое увеличение нитратов осенью – это следствие жаркой погоды летом, при которой содержание солей в воде концентрируется после интенсивного испарения, в дождливые годы такого эффекта не наблюдается.

Из вышеизложенного можно сделать выводы:

1) Современный уровень развития промышленности и сельского хозяйства, урбанизации сопровождается загрязнением нитратами окружающей среды и, как следствие, питьевой воды и продуктов питания.

2) Концентрация нитратов в воде, превышающая ПДК, наносит вред здоровью человека и вызывает нарушение обмена веществ, снижение иммунитета и является причиной ряда серьезных заболеваний.

3) Присутствие в воде ионов аммония и нитритов часто является признаком недавнего загрязнения, а нитрат ионов – признаком более раннего (старого) загрязнения воды водоема, что отрицательно сказывается на процессе самоочищения воды.

4) Исследование содержания нитратов в водах могут проводиться различными физико-химическими методами, которые постоянно совершенствуются, что говорит об интересе мировой ученой общественности к проблеме загрязнения воды нитратами.

5) По результатам, проведенных в нашей лаборатории исследований, можно сделать вывод, что население города Нижнего Новгорода снабжается доброкачественной по содержанию нитратов водой. Содержание нитратов в водах подземных децентрализованных источников напрямую зависит от глубины залегания водоносного слоя: чем глубже, тем чище.



