

**Материалы Всероссийской научной конференции  
с международным участием  
20-24 августа 2012 г., Барнаул**



**Водные и  
экологические  
проблемы Сибири  
и Центральной Азии**

**Том III**

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН «ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ СУШИ»  
АССОЦИАЦИЯ АКАДЕМИЙ НАУК СТРАН АЗИИ (AASA)**

**ВОДНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

(в трех томах)

Т. III

Рациональное природопользование и охрана окружающей среды в условиях изменения климата.

Трансграничные водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии  
и управление водными ресурсами

Труды Всероссийской научной конференции с международным участием,  
посвященной 25-летию юбилею Института водных и экологических  
проблем СО РАН  
(20-24 августа 2012 г., Барнаул)

Барнаул 2012

УДК 556.01 + 556.02

ББК 26.22

В

Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Труды Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 25-летию юбилею Института водных и экологических проблем СО РАН: в 3 т. – Барнаул, 2012. – Т.3 - 260 с.

ISBN 978-5-904014-35-3

В сборнике представлены доклады секции «Рациональное природопользование и охрана окружающей среды в условиях изменения климата» и секции «Трансграничные водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии и управление водными ресурсами». Основное внимание докладов первой секции уделено вопросам анализа и оценки состояния окружающей природной среды в условиях изменения климата на территории Сибири и Арктики, изучению проблем рационального природопользования и водопользования, а также разработке стратегий по улучшению водно-экологической обстановки в регионах Сибири и Центральной Азии. Основная часть докладов второй секции – это результаты исследований, выполненных в рамках интеграционных проектов трех отделений Российской Академии наук – Дальневосточного, Сибирского, Уральского: «Экологические риски в трансграничных бассейне рек: проблемы межгосударственного и межрегионального сотрудничества» (2009-2011 гг.) и «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ состояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегиональных взаимодействий», начатого в 2012 г.

#### **Редакционная коллегия:**

Васильев О.Ф., академик; Винокуров Ю.И., д.г.н.; Борисенко В.И.; Безматерных Д.М., к.б.н.; Болгов М.В., д.т.н.; Зиновьев А.Т., к.ф.-м.н.; Кириллов В.В., к.б.н.; Красноярова Б.А., д.г.н.; Папина Т.С., д.х.м.; Пестова Л.В., к.с.-х.н.; Пузанов А.В., д.б.н.; Рыбкина И.Д., к.г.н.

*При подготовке материалов к публикации сохранен авторский стиль изложения с минимальными редакционными правками, в основном пунктуации и орфографии. Ответственность за содержание материалов несут авторы.*

*Печатается по решению оргкомитета конференции и при финансовой поддержке Федерального агентства водных ресурсов и гранта РФФИ № 12-05-06059-2*

ISBN 978-5-904014-35-3

© Институт водных и экологических проблем СО РАН  
© Коллектив авторов, 2012

# РАЦИОНАЛЬНОЕ Часть 1 ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

## **СОВРЕМЕННЫЙ ОСАДКОМЕР: ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

*А.А. Азбукин, В.В. Кальчихин, А.А. Кобзев, В.А. Корольков, А.А. Тихомиров  
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН*

## **MODERN PRECIPITATION GAUGE: PRACTICAL IMPLEMENTATION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

*A.A. Azbukin, V.V. Kalchikhin, A.A. Kobzev, V.A. Korolkov, A.A. Tikhomirov  
Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of SB RAS,  
kaa@imces.ru*

*Представлено современное состояние приборного обеспечения для задачи контроля параметров атмосферных осадков. Выделены наиболее перспективные решения и сложившиеся тренды. Приведены основные этапы разработки и реализации нового оптико-электронного измерителя осадков. Проведена оценка основных характеристик разрабатываемого прибора.*

*Current state of the precipitation parameters control equipment supplying is presented. There are selected the most advanced solutions and existing trends. The main stages of development and implementation of the new optoelectronic precipitation gauge are provided. The estimation of the developed device main characteristics is made.*

Современный осадкомер сегодня – это сложный электронный прибор, удовлетворяющий высоким требованиям, предъявляемым к его характеристикам и выдаваемой им измерительной информации. Развитие этих приборов идет в сторону повышения точности измерений, автономности и надежности, с расширением возможностей интеграции в состав различных информационно-измерительных систем и комплексов. Начальная стадия разработки нового осадкомера, заключалась в проведении обзора и

сравнительном анализе существующих средств и методов решения задачи измерения осадков.

Основным измерителем осадков, применяемым на метеопостах по всей территории нашей страны, остается осадкомер Третьякова О-1. Основные погрешности измерений О-1 и других стандартных осадкомеров обусловлены следующими причинами [1]: раскалывание частиц о край входного отверстия (в результате чего они лишь частично попадают внутрь прибора), выскакивание частиц, уже попавших в прибор, и попадание в него частиц, отскочивших от элементов его конструкции, испарение и конденсация жидких осадков внутри водосборника, смачивание элементов конструкции, ветровой недоучет. Эти приборы нуждаются в обслуживании, преимущественно заключающемся в сливе собранных осадков.

Более совершенным отечественным прибором является весовой осадкомер МЖ-24, в котором осадки собираются в специальный сосуд, установленный на весоизмерительном тензодатчике. Поскольку конструктивно он не отличается от О-1, то имеет те же недостатки и погрешности измерений (при условии установки ветровой защиты Третьякова).

Другим классом достаточно широко распространенных осадкомеров являются приборы для непрерывной регистрации осадков. Среди них наибольшей популярностью пользуются челночные осадкомеры, укомплектованные дополнительными блоками для повышения эффективности измерений. Основным недостатком челночных осадкомеров является наличие движущихся деталей и необходимость принятия дополнительных мер по обеспечению измерений при отрицательных температурах.

В последнее десятилетие все более широкое распространение получают приборы для измерения распределения частиц осадков по размерам и скоростям – дисдрометры. Они различаются между собой, прежде всего, методом регистрации частиц, среди которых можно отметить следующие: ударный, емкостной, микрофонный, оптический.

Проведенный в работе [2] анализ показал, что наиболее перспективным направлением развития средств измерений параметров атмосферных осадков являются оптико-электронные приборы (ОЭП), позволяющие определять параметры отдельных частиц осадков и на основе этих данных получать интегральные характеристики (тип осадков, интенсивность их выпадения, показатель водности и т.д.). Эти приборы имеют ряд преимуществ: отсутствие потерь на смачивание, на разбрызгивание и на испарение, уменьшение ветрового недоучета и др.

Оптические измерители параметров осадков могут быть разделены на несколько групп, исходя из используемых в них оптических явлений и конструктивных особенностей. Первая группа оптических осадкомеров основана на использовании явления прямого рассеяния оптического

излучения [3]. Источник излучения формирует пучок света, а приемник выдает сигнал от рассеянного на частицах излучения.

Во вторую, достаточно широко представленную, группу современных измерителей структуры осадков (дисдрометров) можно выделить ОЭП, основанные на принципе затенения, то есть, измеряющие ослабление светового пучка при прохождении через него частиц осадков. Размер частицы определяется по амплитуде импульса сигнала, снимаемого с фотоприемника, а скорость частицы определяется в соответствии с ее эквивалентным диаметром и временем прохождения через световой пучок, измеряемым по длительности этого импульса. Основным недостатком приборов этих групп является проблема учета двух и более частиц, пересекающих световой пучок одновременно. Большую трудность для этих приборов составляет необходимость обеспечения равномерности освещения измерительной площадки.

Наконец, третья группа оптических приборов, измеряющих параметры осадков, базируется на непосредственном получении и анализе изображений капель. Приборы данной группы, как правило, сложны, массивны и дороги. Характерной их особенностью является использование для построения изображения капли линейного массива оптических элементов. Если в измерительной плоскости нет частиц, лучи беспрепятственно проходят до линейки фотодетекторов. Когда в плоскости появляется частица, происходит затенение части фоточувствительных элементов. Это приводит к изменению уровня сигнала на выходе затененных фотодетекторов. Размер частицы определяется количеством затененных оптических элементов известного размера.

Идея восстановления формы частицы из последовательности поперечных сечений была реализована в 2D видеодисдрометре [4], использующем для создания изображения две линейно-сканирующие видеокамеры, а также в высокоскоростном измерителе характеристик частиц облаков, устанавливаемом на самолетах-лабораториях [5], конструкция которого включает две взаимно перпендикулярные фотодиодные линейки.

Основной характеристикой любого измерителя осадков является площадь сечения, через которое проходит каждая из учитываемых частиц. В случае традиционного осадкомера это площадь приемного отверстия воронки или осадкомерного ведра. Измерительная площадь оптико-электронного осадкомера формируется площадью пересечения луча источника и полем видимости приемника для одного измерительного канала или площадью горизонтальной проекции пересечения измерительных каналов в случае двухканальной схемы. Для современных оптико-электронных осадкомеров приемлемый размер измерительной площади составляет гораздо меньшую величину по сравнению с традиционными. Это возможно благодаря высокой чувствительности ОЭП (для начала регистрации осадков достаточно одной частицы, попавшей в измерительную площадь).

Следующим этапом разработки стали: теоретическая оценка возможностей прибора, разработка оптической и электрической схемы, подбор соответствующих электронных и оптических компонентов, создание лабораторного макета оптико-электронного двухканального измерителя осадков (ОДИО), лабораторные испытания. По результатам расчетов и предварительного макетирования ОДИО проведены оценки его основных технических характеристик, которые представлены в таблице.

**Таблица – Основные характеристики ОДИО**

Характеристика	Значение
Измерительная площадь	25 см <sup>2</sup>
Ширина оптического канала	50 мм
Вертикальное расстояние между каналами	5 мм
Частота сканирования измерительной площадки	20 кГц
Точность измерения размеров частиц (горизонтальное разрешение)	не менее 0,05 мм
Относительная погрешность измерения размеров частиц	не более 5%
Диапазон размеров измеряемых частиц	от 0,3 до 10 мм (и более)
Относительная погрешность измерения скорости частиц	не более 3%
Точность измерения количества осадков (предполагаемая)	± 3%
Чувствительность по количеству выпавших осадков	2·10 <sup>-5</sup> мм
Возможность регистрации снега	есть
Рабочий диапазон температур	от -20 °С до +60 °С

Таким образом, на данном этапе разработки оптико-электронного измерителя осадков создан макет прибора для отработки основных конструктивных решений прибора и тестирования методов обработки измерительных данных. Реализована оптическая схема формирования плоскопараллельных пучков света. Проведенные оценочные расчеты и результаты макетирования позволили определить технические параметры прибора, которые не уступают лучшим зарубежным аналогам.

### **Литература**

1. Литвинов И.В. Осадки в атмосфере и на поверхности земли. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 208 с.
2. Кальчихин В.В., Кобзев А.А., Корольков В.А., Тихомиров А.А. Приборное обеспечение измерения параметров атмосферных осадков.

- Современное состояние // Изв. вузов. Физика. – Томск, 2009. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 16.12.09, № 802-В2009.
3. Глущенко А.С. Исследование оптических свойств дождевых капель и разработка измерительных средств дистанционного определения микроструктуры осадков. Автореф. дис. канд. тех. наук. МГАПИ. – М., 2005. – 143 с.
  4. Kruger A., Krajewski W.F. Two-Dimensional Video Disdrometer: A Description // J. Atmos. Oceanic Technol. – 2002. – V. 19. – P. 602-617.
  5. Lawson R.P., O'Conner D., Zmarzly P., Weaver K., Baker B, Q. Mo, Jonsson H. The 2D-S (Stereo) Probe: Design And Preliminary Tests Of A New Airborne, High-Speed, High-Resolution Particle Imaging Probe // J. Atmos. Oceanic Technol. – 2006. – V. 23. – P. 1462-1477.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕКИ ВАСЮГАН И ЕЕ ПРИТОКОВ ПО ОСНОВНЫМ ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

*Д.Н. Балыкин, С.Н. Балыкин, А.В. Пузанов  
Институт водных и экологических проблем СО РАН,  
BalykinDN@gmail.com*

## **THE ECOLOGICAL ASSESSMENT OF VASYUGAN RIVER STATE AND ITS TRIBUTARIES USING MAIN HIDROCHEMICAL CHARACTERISTIC**

*D.N. Balykin, S.N. Balykin, A.V. Puzanov  
Institute for water and environmental problems SB RAS,  
BalykinDN@gmail.com*

*Дана оценка экологического состояния р. Васюган и ее притоков по основным гидрохимическим показателям. Установлено, что приоритетными загрязнителями являются нефтепродукты, железо общее и алюминий.*

*The Ecological assessment of Vasyugan River state and its tributaries using main hydrochemical characteristic were carried out. The petroleum products, total iron, and aluminium are major pollutants of Vasyugan River and its tributaries.*

Река Васюган - один из крупных левобережных притоков р. Оби, длиной 1082 км и площадью водосбора 61800 км<sup>2</sup>. Истоками реки является крупнейший в мире массив Васюганских болот. Экологические проблемы для данной территории, прежде всего, связывают с разработкой и освоением нефтегазовых месторождений, что приводит к загрязнению компонентов окружающей среды нефтепродуктами [1].

Данная работа осуществлялась в рамках государственного контракта «Исследование современного состояния и научное обоснование методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейнах рек Оби и Иртыша», а также интеграционного проекта № 66 «Разработка научных и технологических основ мониторинга и моделирования природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота». В ходе экспедиционных работ в июле 2009 г. был исследован участок долины р. Васюган от устья до п. Катыльга (465 км).

Пробы речных вод отбирали в основном русле реки Васюган, а также из притоков первого порядка р. Катыльга, р. Махня, р. Нюролька, р. Чижапка, р. Вариньеган и р. Сильга. Анализ проб на содержание микро- и биогенных элементов, органических соединений и растворенного кислорода выполнен в ТФ ИГНГ СО РАН г. Томск. Общий химический состав воды – в лаборатории биогеохимии ИВЭП, по стандартным методикам в соответствии с ГОСТ [2].

По химическому составу воды р. Васюган и ее притоков относятся к гидрокарбонатно-кальцевым, а по соотношению концентраций главных ионов в основном соответствуют второму типу по классификации О.А. Алекина [3], что указывает на формирование макрокомпонентного состава исследуемых вод при взаимодействии преимущественно с осадочными породами. По величине рН воды на исследуемом участке относятся в основном к нейтральным и слабокислым. По степени минерализации характеризуются как ультрапресные ( $< 0, 2 \text{ г/дм}^3$ ) и пресные ( $0,2-0,5 \text{ г/дм}^3$ ).

Формирование химического состава вод реки Васюган происходит за счет поступления химических веществ из притоков, с поверхностным стоком, в результате выщелачивания выстилающих долину осадочных пород. Существенное влияние на качество речных вод оказывает значительная заболоченность территории бассейна (30-40%).

Преобладающими микроэлементами в составе речных вод р. Васюган и ее притоков являются кремний, железо и алюминий. Максимальные концентрации общего железа, кремния отмечены в притоках р. Васюган (реки Вариньеган и Чижапка), алюминия – в основном русле (р. Васюган, 465 км). Уровни содержания железа и алюминия в исследуемых водах выше предельно допустимых концентраций для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения (табл. 1), что связано с интенсивными процессами выноса данных элементов с заболоченных водосборов. Концентрации железа в реке Васюган и ее притоков количественно приближаются к составу вод верховых и переходных болот Васюганского массива [4]. В целом содержание микроэлементов на всем протяжении реки варьирует незначительно, за исключением алюминия (р. Васюган 465 км). Из биогенных элементов в речных водах реки Васюган преобладают соединения аммония, нитраты и фосфаты.

**Таблица 1 – Содержание микроэлементов в р. Васюган и её притоков\*, мг/л**

Место отбора проб (км от устья)	Fe <sub>общ</sub>	Si	F	Sr	Al
Васюган (465)	2,3	2,9	0,1	0,08	8,3
Васюган (400)	2,1	3,2	<0,1	0,09	0,7
Васюган (335)	2,0	2,4	<0,1	0,08	0,8
Васюган (193)	2,0	3,0	<0,1	0,07	1,1
Васюган (115)	2,4	3,6	<0,1	0,07	0,7
Васюган (66)	2,4	3,6	<0,1	0,07	0,7
Васюган (14)	2,6	3,7	<0,1	0,09	0,3
Катыльга (465)	3,2	1,8	<0,1	0,12	0,8
Махня (400)	3,1	3,1	<0,1	0,07	1,0
Варингъеган (335)	5,1	1,2	<0,1	0,06	0,5
Нюролька (193)	2,3	4,3	<0,1	0,06	0,6
Чижапка (115)	2,6	4,7	<0,1	0,08	0,4
Сильга (66)	3,8	2,7	<0,1	0,08	2,0
ПДКв [2]	0,3	10	1,5	7,0	0,5

*Примечание: \* – анализ выполнен в ТФ ИГНГ СО РАН г. Томск.*

Высокие концентрации аммония обнаружены в основном русле реки Васюган (р. Васюган, 400 км) и в притоках (реки Варингъеган, Катыльга). По содержанию ионов аммония воды основного русла и притоков реки Васюган не имеют существенных различий (табл. 2), по содержанию растворенного кислорода относятся к III и IV категории «умеренно загрязненных» и «загрязненных» рек (реки Катыльга, Махня и Варингъеган).

Из гумусовых веществ в водах рек исследуемой территории отмечается значительное преобладание фульвокислот (ФК), что связано с доминированием болотно-подзолистого типа почвообразования на водосборе, способствующего образованию и выносу ФК в речные системы.

Загрязнение наземных и водных экосистем нефтью и нефтепродуктами для бассейна р. Васюган остается наиболее актуальной проблемой [1], что подтверждают результаты наших исследований. Выявлено, что к устью реки Васюган уровень содержания нефтепродуктов возрастает. Из притоков по загрязнению нефтепродуктами выделяются реки Катыльга и Чижапка (табл. 2). В незагрязненных или слабозагрязненных речных водах содержание фенолов обычно не превышает 20 мкг/дм<sup>3</sup> [5]. В водах исследуемых рек – находится преимущественно на уровне ПДК.

**Таблица 2 – Концентрация биогенных элементов, органических соединений, растворенного кислорода в р. Васюган и её притоков\*, мг/л**

Место отбора проб (км от устья)	Углерод		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Нефтепродукты	Фенолы	O <sub>2</sub>
	ФК	ФК							
Васюган (465)	28,8	7,2	1,9	<0,003	1,5	0,2	9,2	<0,002	6,2
Васюган (400)	19,2	4,2	2,2	<0,003	1,8	0,3	6,4	0,005	–
Васюган (335)	48,3	7,8	1,5	<0,003	1,7	0,2	3,1	0,010	6,1
Васюган (193)	35,0	0,6	1,0	<0,003	1,9	0,3	2,8	0,003	6,1
Васюган (115)	42,8	9,0	1,3	0,005	2,2	0,3	15,4	<0,002	6,2
Васюган (66)	21,8	10,8	0,9	0,008	2,4	0,4	10,9	<0,002	6,5
Васюган (14)	12,6	5,4	1,0	<0,003	2,4	0,4	10,6	0,003	6,4
Катыльга (465)	32,0	10,8	1,9	<0,003	2,0	0,4	7,2	<0,002	4,9
Махня (400)	28,0	8,4	1,6	<0,003	1,6	0,3	3,0	0,003	5,3
Варингъеган (335)	25,8	6,6	2,1	<0,003	0,7	1,3	1,1	<0,002	5,4
Нюролька (193)	23,4	3,0	1,1	0,005	1,4	0,3	4,6	<0,002	6,6
Чижапка (115)	25,2	3,6	0,9	0,013	2,0	0,4	7,7	<0,002	6,7
Сильга (66)	32,8	10,8	0,7	0,008	1,9	0,6	1,1	<0,002	6,5
ПДКв [5]	–	–	2,0	3,3	45	3,5	0,3	0,001	–

*Примечание: \* – анализ выполнен в ТФ ИГНГ СО РАН г. Томск.*

Таким образом, приоритетными загрязняющими веществами р. Васюган и ее притоков являются нефтепродукты, соединения железа и алюминия.

### **Литература**

1. Воробьев Д.С., Попков В.К. Нефтепродукты в воде и донных отложениях бассейна реки Васюган // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т.308. – № 4. – С. 48-50.
2. Государственный контроль качества воды. – М. 2003. – 776 с.
3. Алектин О.А. Основы гидрохимии. – Л., 1953. – 295 с.
4. Шварцев С.Л. Рассказов Н.М., Сидоренко Т.Н., Здвижков М.А. Геохимия природных вод Большого Васюганского болота// Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. – Томск: Из-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2002. – С. 139-149.
5. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М., 2010. – 192 с.

## **ДЕГРАДАЦИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

*И.А. Белозерцева, А.А. Сороковой*

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, [belozia@mail.ru](mailto:belozia@mail.ru)

## **DEGRADATION AND POLLUTION OF A SOIL THE BAIKAL REGION**

*I.A. Belozertseva, A.A. Sorokovoj*

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk*

*Составлена карта деградации и загрязнения почвенного покрова Байкальского региона.*

*The card of degradation and pollution of a soil cover of the Baikal region is made.*

В исследованиях эколого-ландшафтно-геохимических проблем обширных территорий, какой представляет собой Байкальский регион, важно иметь представление о пространственной дифференциации почвенного покрова по степени устойчивости его физических свойств и по условиям самоочищения от химического загрязнения. Эти критерии миграционно-аккумулятивной организации территории заложены в методике ландшафтно-геохимического районирования, уточняющего физико-географические рубежи, выделяемые по крупным литолого-геоморфологическим структурам и биоклиматическим условиям. Территориальным каркасом рассматриваемой части субконтинента Северной Азии служит схема ее деления на физико-географические области. Ландшафтно-геохимическое районирование Азиатской России проведено Е.Г. Нечаевой [1].

Самые крупные природные подразделения территории – ландшафтно-геохимические области служат фоном, создающим те или иные условия устойчивости почв к антропогенным воздействиям. Территория Байкальского региона образована Среднесибирской, Байкало-Джугджурской, Южносибирской природными областями и небольшим фрагментом на востоке Приамурской области.

Более подробные подразделения территории – ландшафтно-геохимические провинции выделены по комплексу факторов потенциальной опасности загрязнения почв и их деградации в ходе разных видов природопользования. К числу этих факторов относится зональная и высотнопоясная специфика эколого-фитоценологических комплексов, включая показатели их биопродуктивности, обусловленной гидротермическими условиями (теплообеспеченностью и радиационным индексом сухости по М.И. Будыко).

Биоклиматический фактор определяет возможность вовлечения элементов-загрязнителей среды в биологический круговорот, трофическую цепь живых организмов. От количества и соотношения тепла и влаги зависит также скорость развития в почвенной среде биохимических процессов трансформации загрязнителей, нейтрализации их токсического действия, а в целом восстановление нарушенных ландшафтов.

Другой не менее важный фактор самоочищения почвенного покрова – водная миграция вещества (ВМВ). Критерии определения дифференциации территории по интенсивности ВМВ – рельеф и абс. высота (АВ) местности. Слабая ВМВ свойственна низменно-равнинным поверхностям при АВ <200 м; средняя – низкогорьям, высоким и низким плато при АВ 400-600 м; высокая ВМВ – среднегорьям, крутым склонам при АВ 600-1000 м; интенсивная – высокогорьям с АВ >1000 м. Широко распространенным на данной территории горно-котловинным ландшафтам свойственна контрастная миграция – от интенсивной до слабой.

На созданной Карте деградации и загрязнения почвенного покрова выделенные природные провинции характеризуются сочетаниями основных генетических типов почв Байкальского региона. В названиях почв этих сочетаний интегрирована специфика факторов почвообразования (мерзлотные, болотные и др.), свойств (кислые, каменистые и др.), состава (карбонатные, оксидно-железистые и др.) и процессов (подзолистые и др.). В анализе структуры почвенного покрова использовались Почвенная карта Иркутской области м-ба 1 : 1 500 000 (1988), Почвенная карта РСФСР м-ба 1 : 2 500 000 (1988), карты в региональных атласах и собственные маршрутные почвенно-географические и полустационарные ландшафтно-геохимические исследования.

Интегральная характеристика почвенной среды, являющейся депонирующей в отношении загрязнителей, заключена в геохимических классах, обозначенных индексами типоморфных элементов: [Н], [Н-Са], [Са], [Н-Fe], [О-Fe] и др. Они отражают свойственные разным ландшафтам щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия, являющиеся главными факторами миграции разных химических элементов, формирования тех или иных геохимических барьеров, на которых могут осаждаться элементы-загрязнители.

Физико-географическая характеристика природных провинций, свойственные им сочетания доминирующих почв и геохимических классов, интенсивность миграции представлены в легенде. На основании этих главных критериев оценки самоочищающей способности почв с учетом размещения на территории функционирующих в настоящее время источников промышленных выбросов в окружающую среду проведена оценка степени опасности ее техногенно-химического загрязнения.

В условиях сложной геоморфологической структуры территории, неоднородного гранулометрического состава и нередко маломощного профиля почв среди процессов их деградации доминирует линейная и

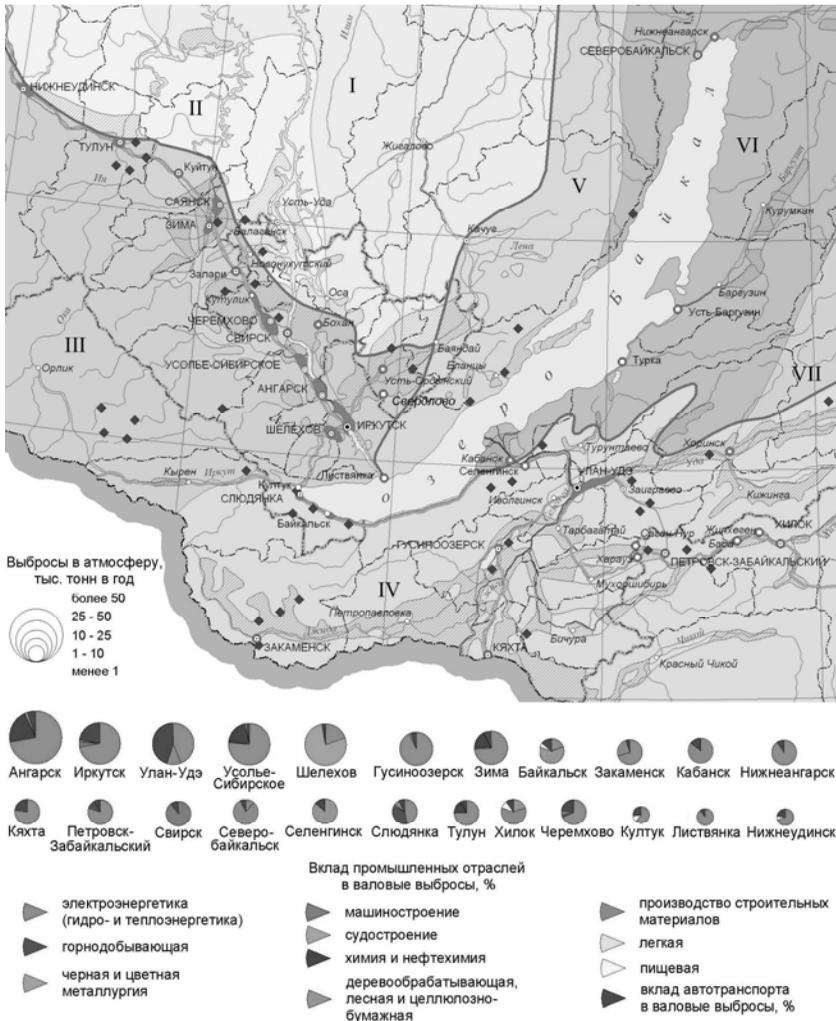
плоскостная эрозия. При картографировании ее проявлений использован опыт отображения степени и типов эрозии (водной, ветровой и их сочетания) на сельскохозяйственных землях Иркутской области.

По интенсивности развития водноэрозионных, дефляционных процессов и, соответственно, разной нарушенности почвенного профиля, а также по результатам оценки площадного развития всех типов эрозии почв на карте показано три степени деградации земель: слабая, средняя, сильная. Они определялись по доле основных категорий эродированных почв в процентах от площади сельскохозяйственных земель. В Байкальском регионе в разной степени эродировано 24 % освоенных земель, на территории Республики Бурятия – до 42, в Ольхонском районе – 47, а в некоторых районах (Осинском) на Иркутско-Черемховской равнине – до 64 %.

На фоне установленной по природным факторам степени потенциальной опасности загрязнения почвенного покрова показаны основные источники техногенеза. Это Иркутско-Черемховская агломерация с Транссибирской железной дорогой и ресурсодобывающими отраслями, Братский, Усть-Илимский и Южно-Байкальский промышленные узлы с комплексом энергоемких производств, созданных в 1950-1960-е годы. Заметный вклад в загрязнение прибрежной зоны оз. Байкал вносят предприятия химической переработки древесины в городах Байкальске и Селенгинске.

Практически все эти и другие промышленные комплексы расположены в условиях с недостаточным самоочищением среды, а те, выбросы которых направлены в байкальскую котловину, представляют для нее экологический риск. На карте показаны зоны загрязнения почвенного покрова с превышением ПДК поллютантов, промышленные источники, валовые выбросы и их вклад в загрязнение атмосферы. Ореолы загрязнения с 1-10-кратным превышением ПДК по сумме приоритетных токсичных химических элементов, оконтурены изолинией.

Количество выбросов в атмосферу изображено круговой диаграммой для источников с выбросами >1 тыс. т/год. В диаграмме обозначена доля (%) разных отраслей промышленности в валовых выбросах. Ореолы с источниками выбросов <1 тыс. т/год занимают небольшую площадь и в данном масштабе обозначены условными знаками.



Кратность превышения ПДК токсических веществ в почве



– 1-10 ПДК урбанизированных ареалов (а); населенных пунктов (б).

**Рис. 1. Фрагмент карты «Деградация и загрязнение почвенного покрова Байкальского региона»**

Существенный вклад в механическую деградацию и загрязнение почвенного покрова в Байкальском регионе, богатом разнообразными

подземными ресурсами, вносит их промышленное освоение. Условными знаками отмечены земли горнодобывающей промышленности (карьеры, терриконы, отвалы и др.). Наиболее значительные по площади и интенсивные по степени нарушения почв и геологической среды объекты зафиксированы в Иркутском угленосном бассейне, Ангаро-Илимском железорудном бассейне, в Мамско-Чуйском слодоносном и Ленском золотоносном районах.

### Природная дифференциация территории и потенциальная опасность загрязнения почвенного покрова

Природная область	Природная провинция	Почвы	Геохимические классы	Интенсивность миграции вещества	Потенциальная опасность техногенно-химического загрязнения
Среднесибирская	I. Лено-Ангарская средне- и низкогорная среднетаежная	дерново-карбонатные, дерново-подзолистые, в т.ч. остаточно-карбонатные, подзолы иллювиально-железистые, дерново-таежные железистые	кальциевый, переходный от кислого к кальциевому, местами кислый и оксидно-железистый, [Ca, H-Ca], [H, O-Fe]	средняя и высокая	средняя и слабая
	II. Енисейско-Приангарская низкогорная южно-таежная, местами подтаежная	дерново-подзолистые, серые лесные, дерново-карбонатные, местами дерново-таежные железистые, черноземы обыкновенные и оподзоленные	переходный от кислого к кальциевому и кальциевый, местами кислый и оксидно-железистый, [H-Ca, (Ca)], [H, O-Fe]	средняя и высокая	средняя и слабая
Южносибирская	III. Енисейско-Восточноая горно-таежная, высокогорно-тундровая и редколесная, подгорная южно-таежная и подтаежная остепненная	дерново-подзолистые, в т.ч. остаточно-карбонатные, местами перегнойно- и дерново-карбонатные, серые лесные, черноземы выщелоченные и оподзоленные, подзолы иллювиально-железистые, подбурья таежные и тундровые, в т.ч. перегнойно-карбонатные	переходный от кислого к кальциевому в сочетании с кислым, [H-Ca] с [H]	контрастная (от умеренной до высокой)	от умеренной до слабой

Байкало-Джугджурская	IV. Хамардабано-Южнобайкальская среднегорно-таежная, лесостепная и горно-котловинно-степная	подбуры таежные, дерново-таежные насыщенные и кислые, подзолы иллювиально-железистые, серые лесные, черноземы мучнисто-карбонатные, лугово-черноземные, в т.ч. солончатые и солончаковатые, лугово-болотные и пойменные, местами засоленные	кислый, переходный от кислого к кальциевому и оксидно-железистый, кальциевый, местами солонцеватый и солончаковатый, [H, H-Ca, O-Fe], [Ca] и [Ca-Na-Cl, SO <sub>4</sub> ]	контрастная (от слабой до высокой)	от сильной до слабой
	V. Предбайкальско-Приленская среднегорная и плоскогорная среднетаежная	дерново-карбонатные, дерново-подзолистые, в т.ч. остаточно-карбонные, палевые песчаные, подзолы иллювиально-железистые, таежные органогенно-глеевые, торфяно-болотные переходные и низинные	кальциевый и переходный от кислого к кальциевому, [Ca, H-Ca]	средняя	средняя
	VI. Байкало-Алдано-Джугджурская высокогорная и среднетаежная	подбуры таежные и сухоторфянистые, подзолы иллювиально-железистые, дерново-гольцовые, горные примитивные, каменные россыпи, таежные органогенные, местами палевые оподзоленные супесчаные, перегнойно и дерново-карбонатные	кислый и оксидно-железистый, частично – переходный от кислого к кальциевому, [H, O-Fe], [H-Ca]	интенсивная	очень слабая
	VII. Забайкальско-Витимо-Олекминская горно-среднетаежная с участием южно- и подтаежной, местами оstepенная	подзолы иллювиально-железистые, подбуры таежные и сухоторфянистые, таежные высокогумусные, каменные россыпи, дерново-таежные кислые и насыщенные, местами дерново-карбонатные, серые лесные, торфяно-болотные	кислый и оксидно-железистый, местами переходный от кислого к кальциевому, [H, O-Fe], [H-Ca]	от средней до высокой	от средней до слабой

### Степень деградации почв сельскохозяйственных угодий

Степень деградации почв сельскохозяйственных угодий	Диагностические признаки деградации почвенного покрова	Эродированность почв пахотных и пастбищных угодий, % от площади с/х земель
 Низкая	в почвенном профиле сохраняются все генетические горизонты почв	< 10
 Умеренная	под пахотным слоем сохраняются нижележащие генетические горизонты верхней части профиля (агро-почвы: агро-чернозёмы и др.)	10-25
 Высокая	глубокопреобразованные почвы, в профиле которых под пахотным слоем залегают трансформированные генетические горизонты или порода (агрозёмы)	> 25

В оценке техногенной нагрузки на почвенный покров, его механической деградации и химического загрязнения использованы материалы Комитета природных ресурсов по Иркутской области, Бурятского республиканского центра, Читинского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Министерства природных ресурсов России. Основой содержания карты служили также собственные мониторинговые исследования (снегогеохимические и почвенные съемки) автора, опубликованные данные ИНЦ СО РАН, других региональных исследовательских организаций и вузов.

В целом Карта деградации и загрязнения почвенного покрова представляет основу для предупреждения развития в регионе опасных геоэкологических ситуаций, нормирования техногенных нагрузок, организации природоохранной деятельности, оптимизационного управления природопользованием и биогеохимической средой жизнеобеспечения населения.

### Литература

Нечаева Е.Г. Ландшафтно-геохимическое районирование Азиатской России // География и природные ресурсы. – 2001. – № 1. – С. 12-18.

## **ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И СУММАРНОГО БЕЛКА В АТМОСФЕРНОМ АЭРОЗОЛЕ ПРИЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

*Г.А. Буряк<sup>1</sup>, А.С. Сафатов<sup>1</sup>, С.Е. Олькин<sup>1</sup>, И.К. Резникова<sup>1</sup>, В.И. Макаров<sup>2</sup>,  
С.А. Попова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> – Федеральное Бюджетное Учреждение Науки Государственный  
Научный Центр Вирусологии и Биотехнологии «Вектор»,  
buriyak@vector.nsc.ru*

*<sup>2</sup> – Институт Химической Кинетики и Горения, СО РАН*

## **LONG TERM CHANGES IN CONCENTRATIONS OF ORGANIC CARBON AND TOTAL PROTEIN IN ATMOSPHERIC AEROSOL OF BOUNDARY LAYER IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA**

*G.A. Buryak<sup>1</sup>, A.S. Safatov<sup>1</sup>, S.E. Olkin<sup>1</sup>, I.K. Reznikova<sup>1</sup>, V.I. Makarov<sup>2</sup>,  
S.A. Popova<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> – Federal Budgetary Research Institution State Research Centre of Virology  
and Biotechnology «Vector»*

*<sup>2</sup> – Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian Branch of Russian  
Academy of Sciences*

*Представлены данные о мониторинге массовой концентрации атмосферного  
аэрозоля, органического углерода (ОС), элементного углерода (ЕС) и суммарного  
белка (ТР) за 2001-2011 годы. Обсуждаются выявленные долгосрочные тренды  
этих концентраций, их сезонное изменение и соотношения между ОС, ЕС и ТР.*

*The data on monitoring of aerosol mass concentration, concentrations of organic  
carbon (OC), elemental carbon (EC) and total protein (TP) in it are presented for 2001-  
2011 years. Long term trends of these concentrations, its seasonal changes and  
correlations between OC, EC and TP are discussed.*

Литературные данные показывают, что в составе атмосферного аэрозоля всегда присутствует некоторое количество органического (ОС) и элементного (ЕС) углерода, а также компонентов биологического происхождения [1-2]. Целью настоящей работы являлся анализ долгосрочных данных по приземным концентрациям ОС, ЕС и суммарного белка (ТР, – универсального маркера компонентов биологического происхождения) в атмосферном аэрозоле юга Западной Сибири.

Отбор аэрозолей осуществлялся в п. Ключи Новосибирской области (54°51' с.ш. 83°16' в.д.) путем прокачки воздуха насосом с объемной скоростью 13 м<sup>3</sup>/ч в течение суток через волокнистые (тип АФА-ХА-20) и

стекловолоконные фильтры. Серия наблюдений для каждого сезона составляла 30 суток и начиналась 20 января, 20 апреля, 20 июня и 20 сентября. Масса осажденного аэрозоля определялась гравиметрическим методом, концентрации ОС и ЕС – термическим методом (реакционная газовая хроматография), описанным в [3], массы суммарного белка в пробах – с использованием флуоресцентного красителя [4].

Результаты измерений, проведенных в 2001-2011 г., приведены в таблицах 1-2. Их анализ показывает, что среднегодовая массовая концентрация аэрозоля (PM) имеет тенденцию к росту в целом, несколько снижаясь в последние годы наблюдений. Среднегодовая концентрация ОС в атмосфере имеет аналогичную тенденцию, тогда как среднегодовая концентрация TP остается практически постоянной (табл. 1). При этом и доля ОС в PM за период наблюдений имеет тенденцию к росту, тогда как доля TP остается практически постоянной. Нормирование величин на соответствующие среднегодовые значения позволяет выявить их сезонный ход (табл. 2).

Сравнение приведенных данных с опубликованными в [5] для высот 500-7000 м показывает их существенное различие. Для этого слоя атмосферы в тот же период наблюдается тенденция падения как PM, так и TP, содержащегося в нем, а доля TP в полной массе аэрозоля в тот же период растет. Вероятно, это объясняется как влиянием локальных источников биоаэрозолей, так и различием движений воздушных масс в приземном слое атмосферы и на указанных высотах. Данные по сезонным изменениям этих концентраций, усредненные за 11 лет наблюдений, показывают, что PM и ОС достигают максимума весной, ЕС – зимой-весной и TP – весной-летом. Также TP имеет выраженный зимний минимум.

**Таблица 1 – Среднегодовые концентрации PM, ОС, ЕС и TP на юге Западной Сибири**

Год наблюдений	Значения величин*, в мкг/м <sup>3</sup>			
	PM	ОС	ЕС	TP
2001	38,6 ± 4,7	4,79 ± 0,90	5,25 ± 0,85	0,11 ± 0,02
2002	31,4 ± 4,3	5,27 ± 0,98	3,18 ± 0,59	0,31 ± 0,06
2003	28,9 ± 3,0	4,58 ± 0,74	4,19 ± 0,63	0,59 ± 0,09
2004	35,2 ± 5,5	4,00 ± 0,63	3,15 ± 0,56	0,78 ± 0,20
2005	32,2 ± 3,0	4,13 ± 0,47	3,06 ± 0,49	0,35 ± 0,06
2006	52,1 ± 6,8	6,50 ± 1,14	2,62 ± 0,32	0,89 ± 0,21
2007	47,9 ± 6,4	4,94 ± 0,68	2,21 ± 0,27	0,69 ± 0,15
2008	49,6 ± 4,2	7,01 ± 1,20	2,74 ± 0,52	0,39 ± 0,06
2009	44,6 ± 5,7	8,20 ± 2,25	3,93 ± 1,29	0,49 ± 0,08
2010	36,8 ± 3,1	6,68 ± 0,91	2,75 ± 0,35	0,35 ± 0,06
2011	40,7 ± 3,8	4,79 ± 0,67	2,10 ± 0,42	0,47 ± 0,08

*Примечание: \* – средние ± 95 % доверительный интервал.*

**Таблица 2 – Сезонное изменение концентраций РМ, ОС, ЕС и ТР, нормированных на соответствующие среднегодовые значения, 2001-2011 гг**

Сезон наблюдений	Значения величин*			
	РМ	ОС	ЕС	ТР
Весна	1,39 ± 0,11	1,62 ± 0,17	1,28 ± 0,16	1,33 ± 0,14
Лето	0,86 ± 0,04	0,81 ± 0,04	0,65 ± 0,03	1,70 ± 0,11
Осень	0,82 ± 0,05	0,80 ± 0,06	0,70 ± 0,06	0,71 ± 0,07
Зима	0,90 ± 0,04	0,75 ± 0,05	1,34 ± 0,11	0,19 ± 0,02

Примечание: \* – средние значения в долях от 1 ± их 95 % доверительный интервал.

Соотношения между ОС, ЕС и ТР представлены в таблицах 3 и 4. Соотношение величин ОС/ЕС в РМ имеет тенденцию к росту за последние 11 лет (табл. 4). Но в целом эти величины хорошо согласуются с таковыми, опубликованными в работах [6-7] для различных городов Европы. Отношение ТР/ОС подобной тенденции не имеет. Сезонные изменения величин ОС/ЕС (табл. 4) также не отличаются заметно от таковых, представленных в работах [6, 8]. Данные по изменчивости отношения величин ТР/ОС пока не были опубликованы.

**Таблица 3 – Среднегодовые соотношения ОС, ЕС и ТР на юге Западной Сибири**

Год наблюдений	Величины*	
	ОС/ЕС	ТР/ОС
2001	1,04 ± 0,10	0,025 ± 0,006
2002	2,63 ± 0,46	0,068 ± 0,009
2003	1,30 ± 0,15	0,170 ± 0,039
2004	1,59 ± 0,16	0,206 ± 0,042
2005	1,92 ± 0,20	0,098 ± 0,018
2006	2,51 ± 0,28	0,197 ± 0,038
2007	2,64 ± 0,29	0,145 ± 0,032
2008	3,14 ± 0,31	0,074 ± 0,012
2009	2,45 ± 0,23	0,083 ± 0,012
2010	2,81 ± 0,31	0,069 ± 0,014
2011	2,81 ± 0,23	0,129 ± 0,024

Примечание: \* – средние ± 95 % доверительный интервал.

**Таблица 4 – Сезонные изменения соотношений величин ОС, ЕС и ТР на юге Западной Сибири, 2001-2011 гг**

Сезон наблюдений	Величины*	
	ОС/ЕС	ТР/ОС
Весна	1,26 ± 0,09	0,032 ± 0,004
Лето	2,82 ± 0,21	0,092 ± 0,009
Осень	2,48 ± 0,15	0,217 ± 0,021
Зима	2,53 ± 0,18	0,103 ± 0,016

*Примечание: \* – средние ± 95 % доверительный интервал.*

Анализ полученных данных показал, что доли величин ОС, ЕС и ТР в РМ в точке наблюдения слабо изменяются с течением времени, составляя в среднем за 11 лет ТР/РМ = 1,56±0,15 % ОС/РМ = 14,58±0,48 %, ЕС/РМ = 8,81±0,40 %. Вместе с тем, выявлены возрастающий тренд в концентрации ОС и соотношении ОС/ЕС, сезонные изменения и наблюдаемые соотношения ЕС, ОС и ТР.

### **Литература**

1. Després V.R., Huffman J.A., Burrows S.M. et al. Primary biological aerosols in the atmosphere: Observations and relevance // *Tellus B. Chem. Phys. Meteorol.* – 2012. – V. 64. – P. 1-58. – DOI: 10.3402/tellusb.v64i0.15598.
2. Hidy G.M. *Aerosols. An industrial and environmental science.* – Orlando: Academic Press, 1984. – 774 p.
3. Popova S.A., Makarov V.I., Bashenkhayeva N.V. et al. Comparison of results of measuring carbon content of atmospheric aerosols by methods of reaction gas chromatography and dry burning // *Chem. Sustain. Develop.* – 2007. – № 15. – P. 97-103.
4. You W.W., Haugland R.P., Ryan D.K. et al. 3-(4-Carboxybenzoyl)quinoline-2-carboxaldehyde, a reagent with broad dynamic range for the assay of proteins and lipoproteins in solution // *Annal. Biochem.* – 1997. – V. 244. – № 2. – P. 277-282.
5. Safatov A.S., Buryak G.A., Andreeva I.S. et al. Atmospheric bioaerosols // *Aerosols – Science and Technology / Ed. I. Agranovski.* Weinheim: Wiley – VCH, 2010. – P. 407-454.
6. Grivas G., Cheristandis S., Chaloulakou A. Elemental and organic carbon in the urban environment of Athens. Seasonal and diurnal variations and estimates of secondary organic carbon // *Sci. Total. Environ.* – 2012. – V. 414. – № 1. – P. 535-545.
7. Pio C., Cerqueira M., Harrison R.V. et al. OC/EC ratio observations in Europe: Rethinking the approach for appointment between primary and secondary organic carbon // *Atmos. Environ.* – 2011. – V. 45. – № 34. – P. 6121-6132.
8. Cheng Y., He K.-b., Duan F.-k. et al. Ambient organic carbon to elemental carbon ratios: Influences of the measurement methods and implications // *Atmos. Environ.* – 2011. – V. 45. – № 12. – P. 2060-2066.

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ И ЭВОЛЮЦИИ ЛАНДШАФТОВ**

*А.З. Гулгенов*

*Бурятский государственный университет [univer@bsu.ru](mailto:univer@bsu.ru)*

## **GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AND LANDSCAPE'S DYNAMIC AND EVOLUTION RESEARCHING**

*A.Z. Goolgenov*

*Buryat state university*

*Геоинформационные системы использованы в изучении изменения ландшафтов. Поэтанно рассматривается технологическая схема создания ландшафтной карты.*

*The article is aimed on using of geographical information systems in landscape's dynamic researching. Technological plan of landscape's map creation was viewed in detail.*

Одна из основных задач современного естествознания – создание общей теории структурно-функциональной организации природных систем, на основе которой могла бы быть разработана система рационального природопользования. Приоритетным направлением на пути решения этой задачи на сегодняшний день является синтез географического и экологического подходов, образующий междисциплинарное научное направление - ландшафтную экологию [1].

Предметами изучения данного научного направления являются:

- структура ландшафта и территориальные связи между экосистемами;
- функции, или взаимодействие, между территориальными элементами (потоки энергии, веществ и видов);
- изменения структуры и функций элементов экосистемы во времени.

Из данного перечисления задач ландшафтної экологии очевидно, что они направлены, прежде всего, на изучение пространственно-распределенных объектов и процессов и поэтому не могут быть решены без использования геоинформационных систем (ГИС).

В настоящее время ГИС является основой для интеграции географических и других наук при проведении комплексных системных исследований, и что особенно важно при использовании ее как модели получаемых знаний. ГИС, по С.А. Смирновой (2001) – это система, состоящая из трех компонентов, каждый из которых необходим и важен. Этими компонентами являются: пространственные данные, аппаратно-программные инструменты и проблемы как объект решения. Главная

особенность обработки информации в ГИС заключается в том, что все данные и знания связаны с определенным пространственным положением (координатами), что позволяет представлять информацию в виде карт и схем [2]. Одновременно ГИС является ярким примером воплощения идеи интеграции разнородного программного обеспечения для решения прикладных задач, в частности таких, как картографирование состояния окружающей среды. На общенаучной ландшафтной карте чаще всего изображаются низшие элементы в иерархии ландшафтов: *фация – группы фаций – класс фаций – геом.*

Эти геосистемы, хотя и являются индивидуальными единицами, изучаются главным образом в типологическом аспекте. Сходные геосистемы независимо от их территориальной смежности или разобщенности объединяются в типы, которые и служат объектами ландшафтного картирования, т.е. последнее – это выделение и изображение на карте типов геосистем. Типологический аспект изучения геосистем экономичнее, чем индивидуальный, специфичный для районирования, поскольку последний требует выявления неповторимых свойств каждой геосистемы. В то же время типологический аспект изучения достаточен для решения большинства научных и практических задач по рациональному использованию природного потенциала геосистем [3].

Построение ландшафтной карты требует анализ большого количества информации и маршрутных исследований. Весь этот комплекс можно разделить на данные дистанционного зондирования (ДДЗ), тематическое картирование, архивные данные, полевые исследования и т.д. Технологическая схема создания ландшафтной карты выглядит следующим образом.

#### *Задача I. Этапы создания базы ГИС данных на заданную территорию*

1. Сканирование исходных данных (топооснова, космоснимки, обзорные тематические схемы). Для ландшафтного картирования необходимы:

- космоснимок широкого диапазона как ландшафтам фон территории;
- обработанный космоснимок с созданным классифицированным изображением;
- топооснова территории (гидрография, рельеф, населенные пункты и геологическая карта определенного масштаба);
- информация по лесоустроительным и ботаническим выделам;
- мезоклиматическая карта территории исследований.

2. Геоинформационная привязка и «сшивка» изображений.

3. Векторизация топоосновы и создание тематических слоев с пространственно привязанной базой данных, а также трансформация обработанного космического изображения к векторной топооснове.

### *Задача II. Этапы создания ландшафтной карты*

1. Определение уровня необходимой проработки ландшафтной карты (наиболее информативным, с позиции управления территориальным развитием, является проработка карты до уровня группы фации и топогеохор).

2. Построение графической модели геосистем (в рамках иерархической структуры), рассматриваемой территории (данная модель позволяет провести анализ вертикальных и горизонтальных внутренних и внешних связей геосистем, определить уровень централизации ландшафтной структуры и, что самое важное, скорректировать общие критерии картирования различных таксономических единиц для регионального уровня).

3. Создание ландшафтного слоя информации.

4. Уточнение выделенных полигонов на местности (экспедиционные исследования позволяют не только уточнить границы, но и дополнить базу данных динамическими характеристиками, выделяемых геосистем, определить фаціальную и биогеоценотическую структуру геомов).

### *Задача III. Этапы создания тематических карт прикладного назначения*

1. Создание расширенной ландшафтной базы данных (необходимо постоянно дополнять базу данных новой информацией, характеризующей выделяемые геосистемы с позиции их функционально-динамического состояния, степени устойчивости к тем или иным воздействиям, характером хозяйственного использования и т.д.).

2. Тематическое картирование исходя из специфики поставленной задачи создается карта, характеризующая природную составляющую системы в контексте информационного сопровождения механизма «принятия решения»; в число таких карт может входить экологический каркас, уникальность, экологическое зонирование» ландшафтная оценка земель и т.д.) [4]

Необходимость использования ГИС-технологий для научно-исследовательских работ обусловлена возможностью совместного анализа большого количества параметров, что обеспечивает применение комплексного подхода в географических исследованиях, широкими возможностями пространственного анализа информации и сведения полученной информации в единую систему, а также тем, что на основе комплексного использования разнородной тематической информации имеется возможность обеспечения прогноза изменений компонентов природной среды в пространстве и времени в связи с изменениями природных условий. Геоинформационные системы позволяют получить полное и наглядное представление о структуре и потенциале территории и оптимизировать тем самым процесс принятия решений в структурах государственной власти и местного самоуправления [2].

## Литература

1. Ажарханова Т.В. Геоэкологические особенности ландшафтов Тункинской котловины. Автореф. диссер. к.г.н. – Улан-Удэ, 2005. – 21 с.
2. Геоинформационная система управления территорией / А.К. Черкашин, А.Д. Китов, И.В. Бычков и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 151 с.
3. Китов А.Д. Компьютерный анализ и синтез геоизображений. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 220 с.
4. Шапхаев С.Г., Олейников И.В. Ландшафтная карта как информационная основа управления региональным развитием (опыт картирования) // М-лы VII науч. конф. по тематической картографии. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002.
5. Иметхенов О.А. Современные ландшафты Бурятии. Методические подходы, пространственная организация: монография. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2011. – 260 с.
6. Литинский П.Ю. Трехмерное моделирование структуры и динамики таежных ландшафтов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 107 с.

## ГАЗО-АЭРОЗОЛЬНЫЙ ПЕРЕНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

*А.Ю. Девятова, С.Б. Бортникова*  
*ИНГТ СО РАН, DevyatovaAY@ipgg.nsc.ru*

## THE GAS-AEROSOL ELEMENTS TRANSFER AT HIGH TEMPERATURE TECHNOLOGICAL PROCESSES

*A.Yu. Devyatova, S.B. Bortnikova*  
*IPGG SB RAS, DevyatovaAY@ipgg.nsc.ru*

*Определены подвижность и формы переноса элементов в газовой и аэрозольной фазах при высокотемпературных техногенных процессах. Подробно исследуется: состав газовых конденсатов, полученных при экспериментальном сжигании твердого топлива, состав снегового покрова (растворенная и взвешенная часть) в районах с источниками техногенного газо-аэрозольного загрязнения в городах Западной Сибири*

*The aim of the study is determination the mobility and transport forms of elements in the gas and aerosol at high-temperature industrial processes. In this paper we study in detail: the composition of gas condensates obtained by experimental combustion of solid fuels, the composition of snow cover in areas with urban sources of gas-aerosol pollution in the cities of Western Siberia.*

Источниками загрязнения атмосферного воздуха могут быть как природные, так и антропогенные объекты. К выбросу особенно легко летучих соединений (содержащих As, Cd, Pb, Hg, Zn, Sb) приводят высокотемпературные процессы. Источниками антропогенных выбросов металлов и металлоидов в атмосферу являются предприятия топливно-энергетического комплекса, черной и цветной металлургии, горно-перерабатывающие предприятия, транспорт. Все добываемые из недр Земли угли содержат радионуклиды уранового, ториевого семейств, токсичные химические элементы и их соединения, которые при его сжигании выбрасываются в окружающую среду как в твердой, так и в газовой фазе. По данным А.Х. Остромогильского [1] при сжигании угля в газовой фазе в атмосферу поступает: Al, Co, Fe, Mn – примерно 10 % (от общего количества этих элементов в выбросах), Cr, Cu, Ni, V – 30%, As, Br, Hg, Sb, Se – 100%. В выбросах металлургического завода газофазовая доля составляет: Cr, Se, Br, Cd – до 30 %, As – до 70%, Hg – до 100%.

Объектами исследования служили: газовый конденсат, полученный при экспериментальном сжигании угля, снеговой покров в зонах влияния ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 г. Новосибирска. Эксперимент по сжиганию угля для отбора газовых конденсатов проводился следующим образом. Уголь сжигался в печи, к трубе которой была плотно прикреплена воронка, соединявшаяся фторопластовой трубкой с барботерами, которые находились в термосах с жидким азотом. Поступавший из трубы газ конденсировался в барботерах, последовательно соединенных между собой. В конце этой цепи стоял насос, который протягивал газ через барботеры-конденсаторы. Для эксперимента были использованы угли Кузнецкого бассейна (Бачатский разрез).

Снеговые пробы отбирались в зонах влияния ТЭЦ и в фоновом районе (п. Кольцово). Исследуемые ТЭЦ находятся в пределах городской застройки. ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 располагаются неподалеку друг от друга в северо-западной части города и в качестве топлива используют Кузнецкие угли [2]. Точки пробоотбора размещались на открытых участках местности с учетом расположения застройки, ближайших локальных источников (автотрассы, частный сектор, мелкие котельные), лесной и парковой зоны. Для отбора снега использовалась стандартная методика [3].

Химический состав газовых конденсатов и снежного покрова выявлялся с использованием нескольких методов:

– анализ ИСП-АЭС для определения катионного и микроэлементного снеготалой воды, проведенный в Аналитическом центре ИГМ СО РАН на приборе IRIS Advantage производства фирмы Thermo Jarell Ash Corporation, США;

– многоэлементный анализ РФА-СИ взвешенной части снеговой пробы и сухих остатков, полученных при выпаривании снеготалой воды, проведенный на станции элементного анализа VEPP – 3 (ИЯФ СО АН).

– анализ ИСП-МС для определения состава газовых конденсов выполнен на масс-спектрометре высокого разрешения ELEMENT (Finnigan MAT) в ИГМ СО РАН.

**Таблица 1 – Сравнение состава растворенной части снегового покрова с составом газовых конденсатов, полученных при сжигании угля, мг/л**

	Раствор снег *	Конденсат**	К <sub>подвижн.</sub> ***
Ti	0,01	0,01	0
Fe	0,13	0,2	0,2
Ga	0,0003	0,0004	0,1
V	0,001	0,003	0,5
Ni	0,002	0,006	0,5
Sr	0,037	0,17	0,7
Rb	0,001	0,004	0,6
Mn	0,008	0,077	1,0
Ca	5,8	60	1,0
Pb	0,001	0,013	1,1
Cd	0,0002	0,002	1,0
Cu	0,006	0,077	1,1
K	0,56	8,4	1,2
Zn	0,02	0,46	1,4
Cr	0,0002	0,005	1,4
Na	0,4	13	1,5
Mg	0,2	10	1,7
As	0,003	0,2	1,8

Примечание: \* – среднее ( $n=16$ ); \*\* – среднее ( $n=4$ ); \*\*\* –  $K=\log(\text{Сконд}/\text{Сснез})$ .

Состав газовых конденсатов представлен макрокомпонентами (Ca, Na, Mg, K с концентрацией 6-60 мг/л). В разряд микроэлементов попадают Zn, Al, As, Sr, Fe (0,1-0,01 мг/л), Ba, Mn, Cu, Ni, Ti, Pb (0,01-0,001 мг/л) и Cr, Rb, V, Sb, Cd, Co, Sn, Ga (менее 0,001мг/л). При проведении эксперимента удалось собрать газовые конденсаты первой фазы горения угля, когда при нагревании угля выходят летучие неорганические компоненты (первые 15-20 минут), и второй фазы – выгорание коксового остатка. Преимущественно в первой фазе выделяются: Ti, V, Cu, Ga. Их концентрации в конденсате первой фазы на порядок превышают их содержания в конденсате второй фазы. Также к первой фазе можно отнести Al, Fe, Zn, имеющие концентрации в 2 раза большие.

Исследование снегового покрова показало, что выбросы ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 очень близки по составу. Содержания практически всех анализируемых элементов в снеговом покрове вблизи этих источников превышают фоновые концентрации в 5 и более раз. Почти все элементы преимущественно

сосредоточены во взвеси (за исключением урана), хотя и в растворенной части их содержания высоки [2].

Если предположить, что выбросы ТЭЦ конденсируются тем же образом, что и в эксперименте, то сопоставление данных по составу газовых конденсатов и растворенной части снегового покрова позволит оценить подвижность элементов в системе воздух/снег. Прямое сравнение этих составов показало, что основные породообразующие элементы Ti, Fe, Ga, V, Ni, Sr, Rb в конденсате и в снеговом покрове имеют один порядок концентраций (табл. 1) и коэффициент подвижности  $< 1$ . Остальные элементы (Ca, Na, Mg, Mn, K, Cu, Zn, As), содержатся в конденсате на 1-2 порядка больше, чем в растворенной части снегового покрова ( $K_{\text{подв}} > 1$ ).

### *Выводы*

1. В газовых конденсатах, полученных при сжигании угля, содержится большое количество макро и микроэлементов, которые переносятся в основном в виде своих соединений (оксидов, сульфидов, хлоридов).

2. Сопоставлены данные по загрязнению снегового покрова в районе новосибирских ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3, использующих кузнецкие угли, и данные по составу газовых конденсатов, полученных при сжигании угля из Кузнецкого бассейна. Составлен ряд подвижности элементов в системе воздух/снег  $Ti < Fe < Ga < V < Ni < Sr < Rb < Mn < Ca < Pb < Cd < Cu < K < Zn < Cr < Na < Mg < As$ .

3. Выделена группа петрогенных элементов (Ti, Fe, Ga, V, Ni), которые имеют идентичные концентрации в растворенной части снегового покрова и в конденсате. Это не летучие и мало подвижные элементы. Выделяясь в газовой фазе на первой стадии горения, они конденсируются в виде атмосферных осадков и накапливаются в растворе. Остальные элементы – щелочные металлы и мышьяк (Na, Mg, K, Ca, Cu, Zn, As) также переносятся в газовой фазе. Однако имея более высокую миграционную способность, взаимодействуют и перераспределяются в системе растворенная-взвешенная часть снегового покрова.

### **Литература**

1. Острогомилский А.Х., Петрухин В.А. Тяжелые металлы в атмосфере // 1984. – Вып. 2. – С. 56-70.
2. Бортникова С.Б., Рапуга В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2009. – №5. – С. 447-457.
3. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 182 с.

## **КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ МАКРОМИЦЕТАМИ НА АНТРОПОГЕННО- ЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВАХ БАССЕЙНА Р. ЕНИСЕЙ И В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Д.В. Дементьев, Н.С. Мануковский, А.Я. Болсуновский  
Институт биофизики Сибирского отделения Российской академии наук  
dementyev@gmail.com*

## **ACCUMULATION OF RADIONUCLIDES BY MACROMYCETES ON THE CONTAMINATED FLOODPLAIN SOILS IN THE YENISEI RIVER BASIN AND IN VITRO**

*D.V. Dementyev, N.S. Manukovsky, A.Ya. Bolsunovsky  
Institute of Biophysics Siberian Branch of RAS*

*Пойменные почвы бассейна р. Енисей загрязнены техногенными радионуклидами, в том числе трансурановыми. Полевые исследования показали, что на пойменных участках в некоторых видах макромицетов регистрируется удельная активность  $^{137}\text{Cs}$ , на несколько порядков превышающая фоновые значения и в несколько раз ПДК. Лабораторные исследования по накоплению трансуранового радионуклида  $^{241}\text{Am}$  показали высокую способность грибов к аккумуляции  $^{241}\text{Am}$  из раствора. В ходе эксперимента в мицелий переходило до 97%  $^{241}\text{Am}$  содержащегося в жидком субстрате.*

*Floodplain soils of the Yenisei River are polluted by artificial radionuclides, including transuranic. Field studies showed that in the floodplain areas in macromycetes detected the specific activity of  $^{137}\text{Cs}$  in several orders of magnitude higher than background values. Laboratory studies on the accumulation of transuranic radionuclide  $^{241}\text{Am}$  showed high ability of fungi to accumulate  $^{241}\text{Am}$  from solution. In the course of the experiment mycelium accumulated up to 97% of  $^{241}\text{Am}$  from liquid substrate.*

Освоение атомной энергии и дальнейшая деятельность, связанная с использованием делящихся материалов, привела к появлению и накоплению в природе новых элементов и их изотопов, в том числе трансурановых. Как показали события марта 2011 г. в Японии несмотря на меры, принимаемые по повышению безопасности АЭС с момента Чернобыльской аварии, данный вопрос до сих пор не нашёл надёжного решения. Радиоактивные выпадения после аварии на АЭС Фукусима-1 были зарегистрированы по всему миру, в том числе и в России на территории Красноярского края. В связи с этим радиоэкологические исследования и вопрос по ремедиации радиоактивно загрязнённых земель как никогда актуальны. Среди территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению, значительную часть занимают

лесные массивы. Одним из компонентов лесных экосистем являются макромицеты, которые способны накапливать техногенные радионуклиды и тяжёлые металлы на порядки больше, чем растения и, следовательно, грибы можно использовать для биоремедиации загрязнённых территорий. Целью работы является оценка накопления техногенных радионуклидов, в том числе трансураниевых, в макромицетах в естественных и лабораторных условиях.

Работы проводились в два этапа: в 2004-2010 гг. исследовали накопление техногенных радионуклидов макромицетами в естественных условиях. Для этого собирали образцы грибов и почвы на пойменных и незатапливаемых участках (рис.) вблизи населённых пунктов в 30-км зоне ГХК (г. Железногорск, с. Атаманово и Б. Балчуг) и вне зоны действия предприятия (г. Красноярск). Удельную активность  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в подготовленных навесках определяли на  $\gamma$ -спектрометре Canberra (США) с полупроводниковым германиевым детектором. Удельные активности радионуклидов рассчитывали на сухую массу образцов.



Рис. Карта-схема района отбора проб, Красноярский край

В 2010-2011 гг. были проведены лабораторные эксперименты по накоплению  $^{241}\text{Am}$  мицелием трёх видов макромицетов культивируемых на жидких средах с внесением изотопа  $^{241}\text{Am}$ . В качестве объектов были взяты виды: шампиньон (*Agaricus bisporus*), вешенка (*Pleurotus ostreatus*), светящийся гриб (*Neonothopanus nambi*). Для каждого вида готовились жидкие среды объёмом по 100 мл с тремя вариантами активности  $^{241}\text{Am}$  (100, 200 и 400 Бк/л) и контрольный опыт без  $^{241}\text{Am}$ . В раствор инокулировали зерновой мицелий и инкубировали в термостате 14-30 дней при температуре 25°C. Содержание  $^{241}\text{Am}$  в приготовленных пробах определяли на сцинтилляционном  $\gamma$ -счётчике Wallac Wizard 1480 (PerkinElmer, Финляндия).

Основной путь поступления техногенных радионуклидов в природных условиях в грибы – усвоение из субстрата. В зависимости от трофической группы, грибы в качестве субстрата могут использовать почву, мёртвую или живую древесину и др. В проанализированных плодовых телах 12 видов грибов из техногенных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов, присутствующих в почвах, зарегистрирован только  $^{137}\text{Cs}$ . Для разных видов наблюдается выраженная видовая зависимость в накоплении  $^{137}\text{Cs}$  – до двух порядков величины (табл. 1).

**Таблица 1 – Максимальная удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в грибах, Бк/кг**

Вид	$^{137}\text{Cs}$
Микоризообразователи	
<i>Boletus edilus</i> Bull.: Fr.	190
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	14
<i>Hydnum repandum</i> L.: Fr.	350
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.: Fr.) S.F. Gray	1400
<i>Lactarius resimus</i> (Fr.: Fr.) Fr.	1,1
<i>Leccinum scabrum</i> (Bull.:Fr.) S.F. Gray	620
<i>Lyophyllum gambosum</i> (Fr.) Sing	3,6
<i>Russula foetens</i> Pers.: Fr.	37
<i>Russula vesca</i> Fr.	11
<i>Suillus granulatus</i> (L.: Fr.) Roussel	5800
<i>Suillus luteus</i> (L.: Fr.) Roussel	10200
Ксилотрофы	
<i>Armillaria mellea</i> (Vahl : Fr.) Kumm	7,6

Из изученных видов грибов, биоиндикативные свойства проявили два вида маслят *S. granulatus* и *S. luteus*: они показали максимальные уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  и широко распространены на данной территории. Средняя удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в грибах из незатапливаемых районов вблизи ГХК (Железногорск, Атаманово, Балчуг) в 2-3 раза выше содержания  $^{137}\text{Cs}$  в грибах контрольного района (Красноярск). На пойменных участках (о. Атамановский) удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в этих видах достигала 10200 Бк/кг, что превышает установленный российскими нормативами предел. В районах с аэрозольными выпадениями  $^{137}\text{Cs}$  рассчитанные значения коэффициентов накопления (КН) для  $^{137}\text{Cs}$  составляют 3,0. Для районов с водным источником поступления  $^{137}\text{Cs}$  в почву значения КН  $^{137}\text{Cs}$  возрастают до 16. Такое различие КН  $^{137}\text{Cs}$  может быть следствием разной формой нахождения радионуклида в почвах вследствие разных источников его поступления.

В настоящее время в пойменных почвах ниже по течению от ГХК кроме  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{152,154}\text{Eu}$ , также определяются изотопы трансурановых элементов:  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и  $^{243,244}\text{Cm}$  [1]. Для трансурановых

радионуклидов, которые являются новыми для биосферы, отсутствуют стабильные изотопы и неизвестны элементы-аналоги. Вместе с тем трансурановые элементы накапливаются в биомассе живых организмов [2-4]. Проведённые лабораторные эксперименты по накоплению трансуранового радионуклида  $^{241}\text{Am}$  грибным мицелием, культивируемым на жидкой среде, показали высокую степень накопления  $^{241}\text{Am}$ . Для двух видов грибов *Pleurotus ostreatus* и *Neonothopanus nambi* удельная активность  $^{241}\text{Am}$ , накопленного в мицелии, линейно возрастала с увеличением его концентрации в среде (табл. 2).

**Таблица 2 – Удельная активность  $^{241}\text{Am}$  (для сырой массы) в мицелии**

Вид	Внесено, Бк/л	Биомасса, Бк/г
<i>Pleurotus ostreatus</i>	100	1,2
	200	2,6
	400	3,9
<i>Neonothopanus nambi</i>	100	1,9
	200	4,3
	400	14

В ходе экспериментов в биомассу грибов переходило 85-97%  $^{241}\text{Am}$  от общего содержания в культивационном растворе. Мицелий *Agaricus bisporus* в большинстве случаев плохо развивался на жидкой среде, в связи с чем для него был получен широкий разброс накопления  $^{241}\text{Am}$  от 7 до 89%.

Таким образом, полученная высокая аккумулялирующая способность некоторых видов макромицетов в природных (для  $^{137}\text{Cs}$ ) и лабораторных (для  $^{241}\text{Am}$ ) условиях позволяет предположить возможность использования макромицетов с целью биоремедиации загрязнённых территорий. Ранее разными авторами была отмечена возможность использования грибов как биоиндикаторов загрязнения трансурановыми радионуклидами [2], так и с целью биоремедиации [3, 5-6]. В связи с чем необходимо провести эксперименты по накоплению  $^{241}\text{Am}$  грибами из почвенного субстрата с целью изучения возможности ремедиации.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-04-00915.*

### **Литература**

1. Bolsunovsky A., Ermakov A., Sobolev A. New data on transuranium elements in the ecosystem of the Yenisei River floodplain // *Radiochim. Acta.* – 2007. – № 95(9). – P. 547-552.
2. Baeza A., Guillen J., Mietelski J.W., Gaca P. Soil-to-fungi transfer of  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ , and  $^{241}\text{Am}$  // *Radiochim. Acta.* – 2006. – № 94. – P. 75-80.
3. Liu N., Yang Yu., Luo Sh., et al. Biosorption of  $^{241}\text{Am}$  by *Rhizopus arrhizus*: preliminary investigation and evaluation // *Appl. Radiat. Isotopes.* – 2002. – № 57. – P. 139-143.

4. Зотина Т.А., Трофимова Е.А., Дементьев Д.В., Болсуновский А.Я. Накопление <sup>241</sup>Am карасем серебряным из пищи и воды // Доклады академии наук. – 2011. – Т. 439. – № 5. – С. 708-712.
5. Liu N., Liao J., Yang Yu., et al. Biosorption of <sup>241</sup>Am by *Saccharomyces cerevisiae*: Preliminary investigation on mechanism // J. Radioanal. Nucl. Chem. – 2008. – V. 275. – № 1. – P. 173-180.
6. Steiner M., Linkov I., Yoshida S. The role of fungi in the transfer and cycling of radionuclides in forest ecosystems // J. Environ. Radioact. – 2002. – V. 58. – P. 217-241.

## **ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ**

*Д.Ц.-Д. Жамьянов, Б.О. Гомбоев, В.В. Хахинов, Э.Д. Санжеев, И.Д. Ульзетуева, В.С. Батомункуев, Т.Ш. Рыгзынов, И.Ж. Доржиева  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Байкальский институт природопользования Сибирского отделения  
Российской академии наук (БИП СО РАН)*

## **ESTIMATION OF MODERN SITUATION ABOUT POTABLE WATER SUPPLY IN REPUBLIC OF BURYATIA**

*D.Ts.-D. Zhamyanov, B.O. Gomboev, V.V. Khakhinov, E.D. Sanzheev, I.D. Ulzetueva, V.S. Batomunkuev, T.Sh. Rygzynov, I.Zh. Dorzhieva  
Baikal Institute of Nature Management of Siberian branch of the Russian  
academy of sciences (BINM SB RAS). dabaj18@yahoo.com.*

*Обеспечение населения в Республике Бурятия питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве является одной из приоритетных проблем, решение которой необходимо для сохранения здоровья жителей. Особенностью водопотребления в республике является приоритетное использование для питьевого водоснабжения подземных вод. В целом Бурятия в достаточной мере обеспечена необходимым количеством воды, но несмотря на это в имеются проблемы по обеспечению населения качественной питьевой водой.*

*Support of the Republic of Buryatia population by standard quality potable water and sufficient quantity is a priority problem in republic, the decision of this problem is necessary for preservation of population health. Feature of water consumption in Republic of Buryatia is priority use of underground waters for drinking water supply. In whole the Republic of Buryatia in a sufficient measure is provided by necessary quantity*

*of water, but in Republic there are problems to support of the population by qualitative potable water are considered in the article.*

Республика Бурятия – один из регионов России, занимающий исключительное место по обеспеченности водными ресурсами и характеризующийся достаточно разветвленной речной сетью. По территории республики протекает трансграничная река Селенга – основной приток оз. Байкал. Площадь ее водосбора занимает 27 % всей территории республики. Однако проживает на ней 84 % населения и сосредоточено около 85 % промышленного и сельскохозяйственного производства республики. На территории бассейна р. Селенга для питьевого водоснабжения в основном используют подземные источники.

**Таблица 1 – Водные ресурсы и запасы вод на территории Республики Бурятия**

Наименование бассейна	Эксплуатационные запасы подземных вод, м <sup>3</sup> /сек	Запасы водных ресурсов в озерах, км <sup>3</sup>	Годовой объем речного стока, км <sup>3</sup>	В том числе	
				местный	транзитный
Озеро Байкал	10929	23000	55,1	32,4	22,7
Река Лена	726	–	29,5	29,5	–
Река Ангара	–	–	13,4	13,3	–

Республика в целом обеспечена достаточным количеством водных ресурсов для различной хозяйственной деятельности. Водообеспеченность одного жителя на 13 % выше, чем в среднем по России и составляет 95,4 тыс.м<sup>3</sup> в год на 1 жителя. Однако водные ресурсы распределены по территории республики крайне неравномерно: от 2 л/с км<sup>2</sup> (в бассейне реки Селенги и верховьях Витима) до 10-20 л/с км<sup>2</sup> (в бассейнах рек Баргузин, Верхняя Ангара, а также малых рек, впадающих в озеро Байкал). В южных и центральных районах республики в маловодные годы наблюдается дефицит воды, забираемой из малых рек на нужды орошения. Так в бассейнах рек Сухара, Брянка, Иволга, Кудун условия водопользования классифицируются как неблагоприятные.

На территории Республики Бурятия протекает пять трансграничных рек, все они относятся к бассейну оз. Байкал. Реки Селенга, Желтура, Киран вытекают из Монголии на территорию республики, река Кяхтинка берет начало на территории республики и впадает в р. Селенгу на территории Монголии, по р. Чикой проходит государственная граница (от пос. Усть-Дунгуй вниз по течению) протяженностью около 70 км [1].

Наряду со значительными запасами пресных поверхностных вод, прежде всего в озере Байкал, Республика Бурятия обладает очень большими ресурсами пресных подземных вод, рассредоточенных по всей ее территории,

но практически используемых в крайне незначительных объемах (только в центральной и южной части). Разведанные 60 месторождений подземных вод содержат эксплуатационные запасы в объеме 11,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в том числе подготовленных к промышленному освоению – 7,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Несмотря на благополучное состояние по обеспеченности водными ресурсами в республике все же имеются проблемы как по качеству, так и по количеству. Из 631 населенного пункта республики обеспечено питьевой водой надлежащего качества 168 населенных пунктов, что составляет 26,6 %. Число населения, использующего питьевую воду надлежащего качества – 624367 человек, или 64,27 % от всего населения республики. Из них 25 населенных пунктов обеспечены доброкачественной питьевой водой, что составило 4 % (население – 417861 чел.), 143 населенных пункта, или 22,7 % обеспечены условно-доброкачественной питьевой (206506 чел.). В 70 населенных пунктах республики питьевая вода оценивается как недоброкачественная и составляет 11,1 % (100250 чел.). Удельный вес населенных пунктов, где население использует недоброкачественную питьевую воду (Муйский, Баунтовский и Селенгинский районы) составляет более 50 % [2].

В 393 населенных пунктах республики (62,3 %) не осуществляется лабораторный контроль качества питьевой воды. Доля населенных пунктов, в которых население употребляло питьевую воду без лабораторных исследований, составило: 85,2 % – в Курумканском, 80,6 % – Кабанском, 83,3 % – Байнговском и Бичурсокском районах. В Еравнинском, Закаменском, Селенгинском, Зайграевском и Окинском районах этот показатель составил 67-68 %.

В 2011 г. по сравнению с 2010 г. доля проб воды водных объектов в местах водопользования населения, используемых в качестве питьевого водоснабжения (I категория), по санитарно-химическим показателям улучшился на 12,38 %, по микробиологическим показателям отмечается ухудшение на 4,57 % [2]. Доля проб воды водных объектов, используемых для рекреации (II категория), улучшилось по санитарно-химическим показателям – на 1,27 %, по микробиологическим – на 5,79 %.

Наиболее проблемными районами республики по санитарно-химическим показателям (средние по республике – 30,23 %) являются Прибайкальский, Кабанский, Иволгинский, Кяхтинский, Селенгинский, Кижингинский, по микробиологическим – Баунтовский, Кяхтинский, Кижингинский, Хоринский, Иволгинский, Селенгинский и г. Улан-Удэ. Следует отметить, что северные районы для хозяйственно-питьевых нужд из-за многолетней мерзлоты используют большей частью поверхностные источники.

В настоящее время действует республиканская целевая программа «Чистая воды Республики Бурятия на 2009-2017 гг.», утвержденная Постановлением № 4 Правительства РБ от 15 января 2009 г. Анализ состояния канализационных и очистных сооружений показывает, что многие

канализационные, очистные сооружения работают неудовлетворительно и продолжают сбрасывать в водные объекты загрязненные сточные воды, создавая угрозу для здоровья населения.

Рейдовыми проверками, проведенными Управлением Роспотребнадзора по РБ совместно с прокуратурой Республики Бурятия, установлено, что органами местного самоуправления не принимаются должные меры по организации и обеспечению санитарной очистки бережных водоемов. Для решения вышеназванных проблем в питьевом водоснабжении предлагается следующее:

- приведение источников водоснабжения требованиям санитарного законодательства;
- организация и проведение производственного лабораторного контроля качества питьевой водой органами местного самоуправления;
- прекращение сброса неочищенных сточных вод в водоемы, используемые для питьевого водоснабжения.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (конкурс МК-2012), на основании Договора № 16.120.11.5160-МК от 01.02.2012 г., а также при поддержке ПИП СО РАН № 23. «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ состояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегиональных взаимодействий».*

### **Литература**

1. Информационный бюллетень о состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Республики Бурятия за 2010 год. – Улан-Удэ, 2011.
2. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Бурятия за 2011 году. Государственный доклад. – Улан-Удэ, 2012.
3. Кислицына Л.Б., Тетерина А.В., Брянская Н.Г. Состояние водоснабжения города Улан-удэ и некоторые проблемы водоснабжения в «особый период» // Новые технологии добычи и переработки природного сырья в условиях экологических ограничений: Материалы Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием 26-30 июля 2004 г., г. Улан-Удэ. – Улан-Удэ, 2004. – С. 123-126.
4. Санитарно-гигиеническая характеристика поверхностных водных объектов на территории Республики Бурятия за 2011 г. Инф.бюллетень. – Улан-Удэ, 2012.

## **ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И АРКТИКИ ПРИ ОСЛАБЛЕНИИ ТЕРМОХАЛИННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ И БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ**

*В.В. Зуев<sup>1</sup>, В.А. Семенов<sup>2,3</sup>, Е.А. Шелехова<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> – ИМКЭС СО РАН, Томск, *vvzuev@imces.ru*

<sup>2</sup> – ИФА РАН, Москва, *vasemenov@mail.ru*

<sup>3</sup> – МГУ, Москва, E-mail: *sea1125@mail.ru*

## **FORECAST OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION CHANGES EFFECTING THE TERRITORY OF SIBERIA AND ARCTIC WITH THE THERMOHALINE CIRCULATION ATTENUATION IN THE NORTH ATLANTIC AND THE BARENS SEA**

*V.V. Zuev<sup>1</sup>, V.A. Semenov<sup>2,3</sup>, E.A. Shelehova<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> – IMCES SB RAS, Tomsk, E-mail: *vvzuev@imces.ru*

<sup>2</sup> – IAP RAS, Moscow, E-mail: *vasemenov@mail.ru*

<sup>3</sup> – MSU, Moscow, E-mail: *sea1125@mail.ru*

*Оценивается влияние прекращения океанического потока тепла в Северной Атлантике и в Баренцевом море на климат Арктики и Сибири с помощью численных экспериментов с совместной моделью общей циркуляции атмосферы ECHAM5 и термодинамической моделью верхнего перемешанного слоя океана, разработанной в Метеорологическом институте им. Макса Планк (Германия). Выявлено, что прекращение океанического потока тепла приводит к существенному похолоданию в субарктических широтах с наиболее сильным понижением температуры до  $-10^{\circ}\text{C}$  в северо-западной части Евразии и похолоданию до  $-4^{\circ}\text{C}$  во внутриконтинентальных регионах Сибири. Осадки при этом уменьшаются в сравнении с контрольным экспериментом.*

*The impact of termination of the oceanic heat flux in the North Atlantic and the Barents Sea on the climate of the Arctic and Siberia is assessed in the report with the help of numerical experiments with the joint atmospheric general circulation model ECHAM5 and thermodynamic model of the upper mixed ocean layer, developed at the Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M), Germany. It is shown that the termination of the oceanic heat flux leads to a substantial cooling in the sub-arctic latitudes with the strongest decrease in temperature up to  $-10^{\circ}\text{C}$  in the northwestern part of Eurasia and cooling up to  $-4^{\circ}\text{C}$  in the inland regions of Siberia. At the same time there is precipitation decrease in comparison with the test experiment.*

Глобальное потепление климата сопровождается увеличением осадков в высоких широтах Северного полушария и таянием ледников, что приводит к опреснению поверхностных вод и ослаблению глубоководной конвекции вплоть до ее полной остановки и соответствующим прекращением переноса

тепла в высокие широты. Существует возможность полного прекращения притока океанического тепла в Баренцево море из-за положительной обратной связи между ним и границей морского льда. В данной работе приводятся оценки возможных изменений климата при прекращении океанического притока тепла в идеализированных экспериментах с климатической моделью.

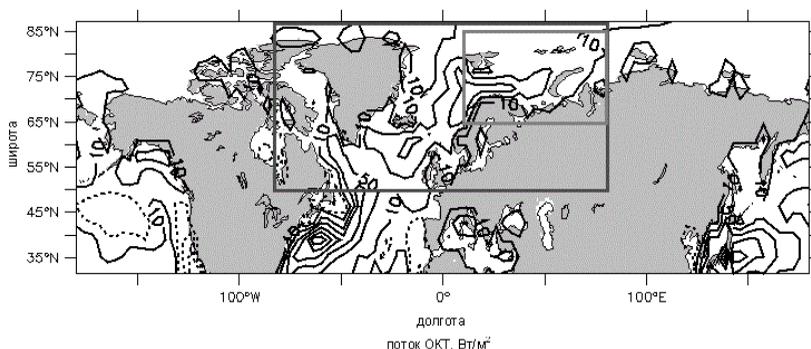


Рис. 1. Среднегодовые значения потока ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) океанической конвергенции тепла (ОКТ), использовавшиеся с экспериментах с совместной моделью общей циркуляции атмосферы и термодинамической модели верхнего перемешанного слоя океана.

Показаны регионы в северной Атлантике (темно-серая линия) и в Баренцевом море (светло-серая линия), где поток ОКТ обнулялся.

Для численных экспериментов использовалась совместная Модель Общей Циркуляции Атмосферы (МОЦА) ECHAM5 и термодинамическая модель верхнего (50 м) перемешанного слоя океана, разработанная в Метеорологическом институте им. Макса Планка, Германия [1]. Используемая для численных экспериментов модель имеет спектральное горизонтальное разрешение T31 (примерно  $3,75^\circ \times 3,75^\circ$  по широте и долготе). ТПО в океанической модели определяется из уравнения баланса тепла на поверхности океана, а образование морского льда происходит при понижении ТПО до  $-1,8^\circ\text{C}$ . Для реалистичного воспроизведения климата в таких моделях в уравнение теплового баланса к потокам радиационного и турбулентного тепла добавляется так называемый поток океанической конвергенции тепла (ОКТ), который описывает приток тепла к модельной ячейке вследствие динамики океана. Поток ОКТ оценивается из эксперимента с МОЦА с заданными граничными условиями для ТПО и концентрация морского льда (КМЛ) как дисбаланс потоков тепла на поверхности океана. Нами использовалась среднемесячная климатология ТПО и КМЛ по данным HadISST1 [2], осредненным для периода 2000-2009 гг. Концентрации парниковых газов задавались на уровне современных значений. Карта среднегодового потока ОКТ представлена на рисунке 1. Для анализа рабочих гипотез были выполнены три эксперимента: контрольный, в

котором воспроизводился климат первого десятилетия XXI века, эксперимент «1» с обнулением потока ОКТ в атлантическом секторе (80°з.д. – 80°в.д., 50°с ш. – 90°с ш.) и эксперимент «2» с обнулением потока ОКТ в Баренцевом море (10°в.д. – 80°в.д., 65°с ш. – 85°с ш.). Эти области отмечены на рисунке 1. Длительность каждого эксперимента составляла 100 лет. Средненный по указанным областям поток ОКТ, например, в январе составляет 1,9 ПВт и 0,4 ПВт для экспериментов «1» и «2», соответственно.

Время релаксации к равновесному состоянию для глобальной температуры в используемой модели составляет около 10 лет. Для анализа использовались последние 80 лет каждого эксперимента. Подчеркнем, что наиболее значимые изменения между результатами экспериментов и контролем происходят во внетропических широтах Северного полушария (СП). В Южном полушарии изменения несущественны.

Отметим основные результаты моделирования. Среднеполюшарное похолодание в январе в экспериментах «1» и «2» составляет 2,7°С и 1,0°С, соответственно, с наиболее сильными аномалиями в северо-западной части Евразии. Это похолодание для эксперимента «1» значительно превосходит по абсолютной величине потепление за последние 50 лет, составляющее для СП 1,0°С. Такие темпы могут привести к похолоданию в СП в конце XXI века даже при учете антропогенного воздействия на климат. Усиление в обоих экспериментах блокирования в области скандинавского максимума определяет уменьшение осадков в Арктике и внутриконтинентальных регионах Сибири.

*Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект 11-05-00579-а), программ Президиума РАН №4 и №31, программы СО РАН VII.63.3 (проект VII.63.3.1), гранта НАТО CLG 983725, гранта Президента РФ НШ-5467.2012.5, Министерства образования и науки РФ ГК 11.519.11.5006, ГК 11.G34.31.0007, Российской академии наук, ГК № 74-ОК/11-4.*

### **Литература**

1. Roeckner E., Bäuml G., Bonaventura L. et al. The atmospheric general circulation model ECHAM 5. Part I: Model description. – Hamburg: Max Planck Inst. Meteorol., 2003. – 140 с.
2. Rayner N.A., Parker D.E., Horton E.B. et al. // J. Geophysical Research-Atmospheres. – 2003. – V. 108. – № D14. – P. 4407-4435.

## МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИФАКТОРНОГО ЗАГРЯЗНЯЮЩЕГО КОМПЛЕКСА СРЕДЫ НА НАСЕЛЕНИЕ

*А.О. Ковригин<sup>1</sup>, Г.Г. Губина<sup>1</sup>, В.А. Лубенников<sup>2</sup>, А.В. Пузанов<sup>1</sup>,  
А.Ф. Лазарев<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> – Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул,  
kovrigin@iwep.ru*

*<sup>2</sup> – Алтайский филиал Российского онкологического научного центра им.  
Н.Н. Блохина РАМН*

## HEALTH EFFECTS OF POLLUTANT COMPLEX ENVIRONMENT ON POPULATION

*A.O. Kovrigin<sup>1</sup>, G.G. Gubina<sup>1</sup>, V.A. Lubennikov<sup>2</sup>, A.V. Puzanov<sup>1</sup>, A.F. Lazarev<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> – Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the  
Russian Academy of Sciences, Barnaul, kovrigin@iwep.ru*

*<sup>2</sup> – Altai Branch N.N. Blokhin of the Russian Cancer Research Center of the  
Russian Academy of Medical Sciences, Barnaul*

*Рассматриваются последствия деятельности горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности, влияние техногенного загрязнения компонентов природной среды на формирование нефронов почек в антенатальном и постнатальном периоде.*

*The article explores the implications of mining and ore processing industry, the impact of technogenic pollution of environmental components on the formation of the nephrons of the kidneys in the antenatal and postnatal period.*

Получены предварительные данные по пилотному проекту «Организация и проведение экстренных экспедиционных исследований по оценке воздействия аномальных концентраций тяжелых металлов в компонентах природной среды на здоровье населения» (финансовая поддержка РФФИ), которые необходимы для планирования дальнейших этапов исследования. Целью работы было определение морфологических изменений нефронов почек в антенатальном и постнатальном периоде у женщин, постоянно проживающих на территории с повышенной техногенной нагрузкой.

В качестве модельного объекта был выбран приграничный с Восточно-Казахстанской областью Республики Казахстан Локтевский муниципальный район Алтайского края, на территории которого сложился специфический полифакторный загрязняющий комплекс среды [1-3]. По данным [4] загрязненность в г. Горняке составляет 200 км<sup>2</sup>, в районе – 270 км<sup>2</sup>. В связи с

агропромышленной спецификой района на территории присутствует агрогенное загрязнение [5].

Территория района в большей степени, чем другие районы края подвержена техногенному загрязнению. С одной стороны, это загрязнение ландшафтов тяжелыми металлами [6-7] и последствиями ликвидации Алтайского горно-обогатительного комбината в г. Горняке [8-9], с другой – трансграничные переносы с Жезкентского горно-обогатительного комбината Республики Казахстан, расположенного в 4 км южнее г. Горняка [10-11]. Особую роль в формировании загрязняющего комплекса среды района оказали радиоактивные загрязнения, связанные с ядерными экспериментами на Семипалатинском испытательном полигоне Республики Казахстан [12-13]. Наибольший вклад в загрязнение внесли радиационные эксперименты в период наземных и воздушных испытаний с 29.08.1949 по 13.10.1962 гг. [14-16].

В настоящее время на территории района концентрации долгоживущих изотопов не превышают допустимый уровень, однако последствия радиоактивного загрязнения территории и радиационного облучения населения района проявляются в стабильно высокой с тенденцией роста заболеваемости злокачественными новообразованиями [17-22].

В результате морфологических исследований произведен забор 52 проб abortивного материала (почки плодов в возрасте от 7 до 14 недель внутриутробного развития), который производился по социальным показателям у женщин, постоянно проживающих на территории исследуемого района. Используются методы световой и электронной микроскопии и медицинской морфометрии. Почки плодов распределены по четырем возрастным группам: первая – 7-8 недель (19 случаев), вторая – 9-10 недель (17 случаев), третья – 11-12 недель (13 случаев) и четвертая – 13-14 недель (3 случая). Полученный материал фиксировали параформом на буфере Миллонига. Для световой микроскопии образцы обезвоживали и заливали в парафин, для электронной микроскопии их дофиксировали в 1% растворе осмиевой кислоты. Затем проводили материал по спиртам возрастающей концентрации от 30 до 100° и заключали в аралдит. Для световой микроскопии парафиновые срезы окрашивали гематоксилин-эозином (полихромный метод Маллори и по Ван-Гизон). Полученные препараты изучали в световом микроскопе «Биолар» и «МБИ-6». Для электронной микроскопии на ультрамикротоме УМТП-6 изготавливали ультратонкие срезы толщиной 60-80 нм, контрастировали их свинцом по Рейнольдсу и изучали в электронном микроскопе УЭМБ-100К при ускоряющем напряжении 75 кв. При изучении вторичной (окончательной) почки плода выявлены нефроны, которые имели отклонения в развитии и наглядно выделялись на фоне остальных. К таким измененным нефронам мы относили структурные единицы, содержащие в просвете гомогенное или хлопьевидное содержимое и форменные элементы крови. Кроме того, они в

развитии имели многочисленные признаки морфологических изменений со стороны клеток и клеточных органелл их эпителиальной выстилки. Чаще всего обнаруживались структурные единицы, имеющие расширения просвета нефрона и появление в его просвете гомогенного (рис. 1) или хлопьевидного содержимого. Для других нефронов является характерным увеличение в диаметре структурных единиц, имеющих значительные расширения на всем протяжении нефрона (рис. 2), что сопровождается также массивным выходом содержимого в просвет полости капсулы клубочков. В отдельных случаях нефроны, содержащие в просвете содержимое и форменные элементы, образовывали группы из нескольких структурных единиц.

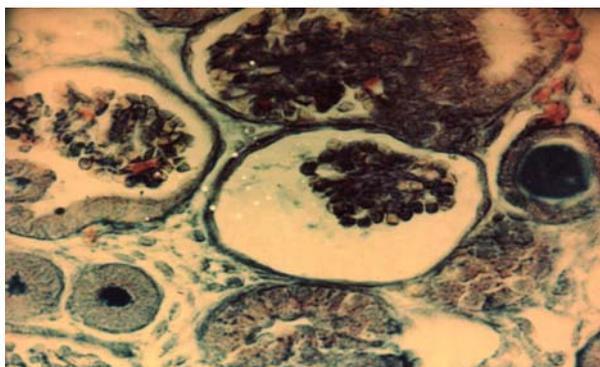


Рис. 1. Гомогенное содержимое в просвете нефронов: окрашивание – по Маллори; микрофото – х200.

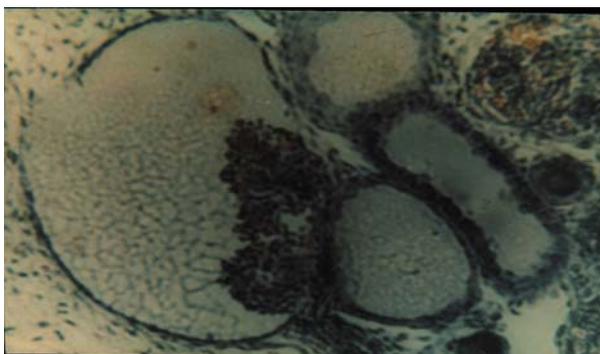


Рис. 2. Расширенный просвет нефрона, переполненный хлопьевидным содержимым: окрашивание – по Маллори; микрофото – х300.

Электронно-микроскопическое исследование клубочкового фильтра нефронов с отклонениями выявило наличие изменений. Это, прежде всего, раздвоение базальной мембраны (рис. 3), иногда – на значительном

протяжении, разрыхление как локальное (рис. 4), так и на более продолжительных участках. В отдельных нефронах можно наблюдать выход осмиофильного содержимого из капилляров в просвет между подоцитами через разрыхленную базальную мембрану. В расширенных капиллярах базальная мембрана местами становится прерывистой, в ней обнаруживаются мелкие просветления. Параллельно в органеллах клеток внутреннего листка капсулы и эндотелии капилляров клубочка обнаруживаются деструктивные изменения. Для митохондрий подоцитов характерным является просветление матрикса. Кроме того, митохондрии образуют булавовидные фигуры. Участки гранулярного эндоплазматического ретикулума расширяются, в отдельных случаях – до значительных размеров. В просвете гранулярного эндоплазматического ретикулума обнаруживается содержимое в виде мелких осмиофильных хлопьевидных гранул. На поверхности подоцитов, обращенной в просвет капсулы, появляются пузырьковидные структуры, заполненные мелкими везикулами. В эндотелиоцитах также отмечается набухание митохондрий, просветление их матрикса, умеренное расширение участков эндоплазматического ретикулума (рис. 5). Субэндотелиальное пространство расширено, иногда на значительном протяжении.

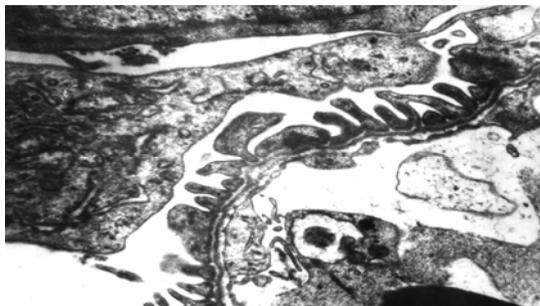


Рис. 3. Раздвоение участка базальной мембраны в капиллярах сосудистого клубочка почки нефронов: электроннограмма – х21000.

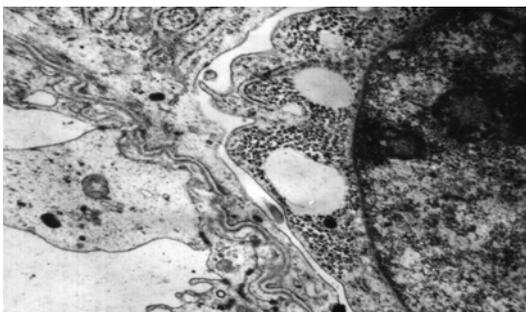


Рис. 4. Разрыхление базальной мембраны капилляра сосудистого клубочка: электроннограмма – х24500.

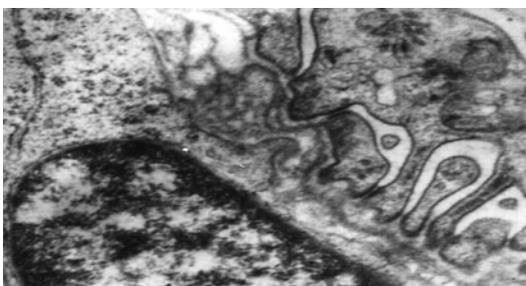


Рис. 5. Расширенные участки гранулярного ретикулума в эндотелиоцитах кровеносных капилляров сосудистого клубочка нефронов: электроннограмма – х8500.

Эпителий внешнего листка капсулы плоский, с хорошо развитой базальной мембраной и органеллами. На апикальной поверхности внешнего листка капсулы обнаруживается мощный слой гликокаликса, который распространен по всей апикальной мембране. В просвете капилляров клубочков нефронов 5-й стадии развития встречались эритроциты, имеющие причудливую форму, ретикулоциты, мегакариоциты, лейкоциты, а также крупные везикулы, имеющие одинарную или двойную мембрану со слабо выраженным зернистым содержимым.

Таким образом, в почках плодов у женщин, постоянно проживающих в сложной природной биогеохимической и техногенной ландшафтно-геохимической обстановке, выявлены нефроны, имеющие в своей структуре отклонения, которые могут неблагоприятно сказаться в дальнейшем на функционировании почек. По данной тематике необходимо продолжить научные исследования, направленные на установление негативного влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения.

## Литература

1. Экологическая экспертиза Локтевского района как территории с повышенной антропогенной нагрузкой / Ю. И. Винокуров и др. // Экология ландшафта и планирование землепользования: Тезисы докладов Всероссийской конференции, Иркутск, 11-12 сентября 2000 г. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – С. 46-49.
2. Винокуров Ю.И., Миронов В.Л., Оскорбин Н.М. Анализ экологической обстановки на территории Алтайского края, подвергшейся воздействию ядерных испытаний // Приоритетные токсиканты в компонентах природной среды. Т. 2. – Барнаул, 1993. – 200 с.
3. Материалы к ежегодному изданию доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2010 году» – Барнаул, 2011. – 175 с.
4. Прокачёва В.Г., Усачев В.Ф. Сибирский Федеральный Округ России. Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водосборах. – СПб.: Изд-во «ЛЕМА», 2010. – 164 с.
5. Соломатина Н.Г., Малкова Н.Н. Медико-экологические проблемы применения пестицидов в степной и лесостепной зонах Алтайского края (Локтевский и Тальменские районы) // Географические проблемы Алтайского края: тезисы научно-практ. конф. – Барнаул, 1991 – С. 138-142.
6. Горбачев И.В., Бабошкина С.В. Влияние хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината (АГОКа) на окружающую среду // Ползуновский вестник. – 2005. – №4. Ч.2. – С. 179-182.
7. Пузанов А.В., Бабошкина С.В., Робертус Ю.В. и др. Формирование техногенных ландшафтов и загрязнение окружающей среды под воздействием горнодобывающих и горно-перерабатывающих предприятий Алтая // Мир науки, культуры, образования. – 2007. – № 1(4). – С. 4-10.
8. Горюнова Т.А. Тяжелые металлы в почвах и растениях юго-западной части Алтайского края // Сибирский экологический журнал. – 2001. – №2. – С. 181-190.
9. Пузанов А.В., Рождественская Т.А., Горбачев И.В. Тяжелые металлы в компонентах техногенных озер района Алтайского ГОКа // Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 2(14). – С. 11-13.
10. Робертус Ю.В. Новые данные о трансграничном переносе загрязняющих веществ на территорию Западного Алтая // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 5. – С. 27-30.
11. Робертус Ю.В., Рихванов Л.П., Пузанов А.В. О проблеме трансграничного переноса отходов предприятий Восточного Казахстана на территорию Алтая // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – №4, ч. 2. – С. 287-289.
12. Шойхет Я.Н., Киселев В.И., Лоборев В.М. и др. Ядерное испытание 29 августа 1949 г. Радиационное воздействие на население Алтайского края. – Барнаул: ГУ НИИ РМЭП, 1997. – 268 с.
13. Шойхет Я.Н., Киселев В.И., Лоборев В.М. и др. Радиационное воздействие на население Алтайского края ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. – Барнаул: ГУ НИИ РМЭП, 1999. – 346 с.
14. Генетические эффекты антропогенных факторов среды. Вып. 1. Исследование последствий радиационных загрязнений районов Алтайского края. – Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 1993. – 108 с.
15. Оценка и управление региональным риском в Алтайском крае в связи с воздействием ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне // Проблемы

- безопасности при чрезвычайных ситуациях: Обзорная информация. Вып.6. – М.: ВИНТИ, 1993. – 121 с.
16. Последствия радиационного воздействия ядерных испытаний населения Алтайского края и меры по его социальной защите. – Барнаул: АзБука, 2005. – 500 с.
  17. Агеев А.Г. Особенности распространения рака легкого в Алтайском крае с учетом экзогенных факторов и риска полинеоплазий: дис. ...канд. мед. наук. – Барнаул, 2005. – 163 с.
  18. Лазарева Д.Г. Первично-множественные опухоли с поражением органов женской репродуктивной систем и их взаимосвязь с экзо-и эндогенными факторами: автореф. дис. ...канд. мед. наук. – Барнаул, 2003. – 23 с.
  19. Петрова В.Д. Злокачественные новообразования щитовидной железы в Алтайском крае на фоне Сибири и Дальнего Востока: дис...канд. мед. наук. – Барнаул, 2000. – 153 с.
  20. Россоха Е.И. Особенности распространения злокачественных лимфом в Алтайском крае с учетом внешних факторов и риска полинеоплазий: дис...канд. мед. наук. – Барнаул, 2004. – 193 с.
  21. Федотов В.М. Особенности онкологической заболеваемости населения Алтайского края в связи с радиационным загрязнением его территории: дис. ...канд. мед. наук. – Томск, 1997. –153 с.
  22. Кирюшенков А.И. Влияние вредных факторов на плод. – М.: Медицина, 1978. – 212 с.

## **ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СЕВЕРНАЯ СОСЬВА**

*С.Е. Коркин, Е.А. Коркина*

*Нижевартовский государственный гуманитарный университет,  
korkin\_geomorf@rambler.ru*

*S.E. Korkin, E.A. Korkina*

*Анализируются данные, связанные с особенностями природопользования в бассейне реки Северная Сосьва. Уделяется внимание географическим границам и их связям с геоэкологическими проблемами региона*

*In the present report analyzes the data related to environmental features in the basin of North Sosva. Also, the material focuses on geographical boundaries, and their relations with the geo-ecological problems of the region.*

Исследуемая территория относится к Северо-Сосьвинской ландшафтной провинции возвышенных расчлененных равнин средней и северной тайги. Для нее характерна вертикальная дифференциация

ландшафтов с сочетанием дренированных таёжных увалистых междуречий с сосняками, кедрачами и ельниками и заболоченных аллювиальных равнин, нередко с мерзлыми грунтами и криогенными формами рельефа. Рельеф провинции формируют террасированные заболоченные (до 80 %) равнины. Надпойменная терраса уровня 40-70 м образует междуречье Сев. Сосьвы и Вогулки, а также водораздел Мал. и Сев. Сосьвы с Обью. Поверхность покрыта крупными массивами грядово-мочажинных и плоских болот. Водораздел Сев. Сосьвы и Вогулки расчленен долинами малых рек на ряд пологих увалов, покрытых кедрово-еловыми, сосновыми с кедром и лишайничково-сосновыми лишайниковыми и кустарничковыми лесами. Вторая надпойменная терраса с абсолютными высотами 30-40 м отчетливо выделяется у пгт. Березово, Игрим и п. Ванзетур. Первая надпойменная терраса протягивается вдоль левого бережья Северной и Мал. Сосьвы узкой (4 км) полосой. Высокий её уровень (18-24 м) покрыт заболоченными лесами, нижний (16-18 м) – сфагновыми болотами с редким сосновым древостоем по слабовыраженным грядам. Угнетенные кустарничковые сосновые и кедровые леса приурочены к песчаным приустьевым валам высотой 1,0-2,5 м. В поймах рек преобладают злаково-разнотравные, канареечниковые и вейниковые луга, сменяющиеся в понижениях лугами осоковыми. По береговым валам распространены березово-осиновые леса с ивой, черемухой, шиповником и черной смородиной в подлеске [1].

Крупные водопользователи вод бассейна реки Северная Сосьва: Муниципальное унитарное предприятие жилищно-коммунального хозяйства (МУП ЖКХ) Березовского района, Игримское МУП «Тепловодоканал», Игримский рыбзавод, ОАО «Сибирская рыба» (рыбзавод пгт. Березово), РЭБ флота пгт. Игрим филиал ДООАО «СпецГазАвтоТранс» и филиал ОАО «Игримречтранс», РЭБ флота пгт. Березово.

По условиям миграции химических элементов территория нижнего течения р. Сев. Сосьва относится к элювиальному ландшафту. Данный участок приурочен к плоскому водоразделу с глубоким залеганием грунтовых вод, не оказывающих заметного влияния на химический состав автоморфных почв, здесь сформированы подзолы иллювиально-железистые. Для этих почв характерны прямые нисходящие водные связи. При формировании подзола иллювиально-железистого происходит вымывание растворимых веществ (Al, Fe) в подзолистом горизонте (E) и концентрация химических элементов в иллювиально-железистом (BF) горизонте. Содержание оксидов железа и алюминия составляет, соответственно, 1,5 и 3,5 %. Их распределение по профилю носит отчетливый элювиально-иллювиальный характер. Почвообразующими породами для подзолов иллювиально-железистых служат пески разного генезиса, но имеющие преимущественно кварцевый состав, ничтожное содержание фракций пыли и ила и крайнюю бедность основаниями. Количество оксидов алюминия и железа в их валовом составе не превышает 1-5 %.

Благодаря отчасти техногенным источникам загрязнения (осадки сточных вод в районе р. Голчен-Лор), в нижние горизонты почв беспрепятственно попадают тяжелые металлы. Затем поток накопленных химических элементов мигрирует по склону от второй надпойменной террасы к первой, происходит геохимическая миграция потоков и вынос химических элементов в воды рек Вогулка, Сев. Сосьва и водосбор р. Обь, что соответственно влияет на качество поверхностных вод.

В таблице приведена количественная и качественная оценка вносимых химических элементов из почвы в поверхностные воды рек Сев. Сосьва и Мал. Сосьва. Таким образом, как в почве, так и водах рек бассейна Северной Сосьвы находится большое содержание тяжелых металлов: цинка, магния, железа.

**Таблица – Некоторые химические показатели поверхностных вод р. Сев. Сосьва и ее притоков, 2010 год, мг/дм<sup>3</sup>**

Показатели	Норма	Река Северная Сосьва	Река Малая Сосьва
Показатель pH	4-6	6,8	6,4
Cu	0,001	63,0	43,0
Zn	0,01	180,0	150,0
Cd	0,005	1,1	0,8
Feобщ	0,1	72,3	34,9
Mn	0,01	88,0	74,1
Pb	0,006	1,5	1,1

Холодный и избыточно-влажный климат северной тайги, усиление процессов гидроморфизма, крио- и детритогенеза приводят к формированию в Северо-Сосьвинской провинции органо-криометаморфических почв на суглинках. Наличие сезонной мерзлоты, которая является водоупором, не позволяет загрязнениям «быстро двигаться» в сторону рек.

Далее поставим вопрос географических границ (геоэкотонов), что есть сопряженная парагенетическая система природно-территориальных комплексов как относительно однородных на данном иерархическом уровне географических образований, функционально взаимосвязанных и пространственно упорядоченных соответствующими геопотоками [2]. Под экотонами понимается переходная полоса между смежными геосистемами, характеризующая повышенной интенсивностью обмена между ними веществом и энергией, разнообразием экологических условий и как следствие, высокой концентрации органической жизни. Последняя особенность экотонов названа биологами «краевым эффектом биотопа». Они могут быть динамичными (с экотонами сукцессиями) и консервативными (без них). Обычно имеются тенденции к повышению численности видов.

Термин используется преимущественно зоогеографами и геоботаниками, но понятие об экотоне вполне уместно в учении о геосистемах и ландшафтоведении [3].

На региональном уровне наиболее важное значение имеют две категории геоэкотонов – климатический и орографический [4], в нашем случае это морфогеоэкотон (геоморфологическая граница). Главный диагностический признак геоморфологических границ – их морфологическая определенность, свидетельствующая о двойственных морфодинамических функциях данных элементов и форм рельефа [3].

Локальный уровень представлен фитоэкотонами. При различных сочетаниях частные экотоны создают комплексные переходные зоны, которые получили название ландшафтов-экотонов [6]. Для локального уровня предлагаем следующие морфогеоэкотоны: участки активной боковой эрозией и аккумуляции; зоны контакта минеральных остров и болотных массивов; граница между мочажинами и гривами. Данные образования фиксировались нами в 2010 году при полевом обследовании бассейна реки Северная Сосьва. На современном этапе необходимо включение морфогеоэкотонов в состав единиц средне- и крупномасштабного картографирования для выделения геопотоков в контексте геоэкологических проблем региона.

### **Литература**

1. Москвина Н.Н., Козин В.В. Ландшафтное районирование ХМАО. – Ханты-Мансийск: ГУИПП «Полиграфист», 2001. – 40 с.
2. Коломыц Э.Г. Бореальный экотон и географическая зональность: атлас-монография. – М.: Наука, 2005. – 390 с.
3. Геоэкология и природопользование. Понятийно-терминологический словарь / Авторы-составители В.В.Козин, В.А.Петровский. – Смоленск: Ойкумена, 2005. – 576 с.
4. Мильков Ф.Н. Физическая география: Современное состояние, закономерности, проблемы. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. – 398 с.
5. Лихачева Э.А., Маккавеев А.Н., Локшин Г.П. Физическая сущность геоморфологических границ // Геоморфология. – 2010. – №2. – С. 3-10.
6. Преображенский В.С. Организация, организованность ландшафтов. Препринт. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1986. – 20 с.

## **ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ РТУТИ В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ ПРИАНГАРЬЯ**

*Г.П. Королева, Л.Д. Андрулайтис, И.П. Пархоменко  
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН  
korol@igc.irk.ru*

## **FORMS OF MERCURY OCCURRENCE IN SNOW COVER OF THE ANGARA RIVER REGION**

*G.P. Koroleva., L.D. Andrulaitis, I.Y. Parkhomenko  
Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS*

*Приведены содержания и формы нахождения ртути в водной и твердой фазах снегового покрова Приангарья как в свободном состоянии, так в связанном виде (в химически и физически). Проведена оценка ее миграции в атмосфере от источника антропогенного воздействия (цеха ртутного электролиза).*

*The paper reports the contents and forms of mercury in the aqueous and solid phases of snow cover of the Angara River region: both in the free state and in chemically and physically bound states. It provides the evaluation of mercury migration in the atmosphere from the source of anthropogenic impact, that is the workshop for mercury electrolysis.*

Ртутное загрязнение окружающей среды является одной из серьезных экологических проблем Южного Прибайкалья. Основные источники поступления техногенной ртути в окружающую среду – действующие предприятия по производству хлора и каустика методом ртутного электролиза в г. Усолье-Сибирское («Усольехимпром») и винилхлорида в г. Саянск («Саянскимпласт»). Особую опасность ртутного загрязнения окружающей среды представляла деятельность предприятия «Усольехимпром», расположенного в непосредственной близости от р. Ангара и Братского водохранилища. Общее поступление ртути в окружающую среду за время деятельности комбината составило, примерно, 1327 т, из них в воздушный бассейн поступило 78,2, в Братское водохранилище – 76 т, из которых 75% были захоронены в его донных отложениях. В 1998 году цех ртутного электролиза на «Усольехимпром» был закрыт, однако до сих пор не решены проблемы загрязнения ртутью грунтов, искусственных и естественных покрытий промплощадки, систем водоотведения, ливневого и талого стока. Так по данным геоэкологического обследования промплощадок химических комбинатов «Усольехимпром» и «Саянскимпласт» (бурение скважин на участках расположения цехов ртутного электролиза) подсчитаны прогнозные ресурсы металлической ртути в рыхлых отложениях: «Саянскимпласт» – 765,28 т; «Усольехимпром» – 344,79 т [1].

Инженерно-технические решения по минимизации ртутного загрязнения окружающей среды в Приангарье требуют уточнения фактических потоков ртути природного и техногенного происхождения, привносимых с влажными атмосферными выпадениями, и исследования форм нахождения ртути в окружающей среде, в частности, в снеговом покрове.

Основные задачи исследований состояли в получении аналитических оценок атмосферных потоков ртути в зимний и летний периоды, а также в изучении форм нахождения ртути в водной и твердой фазах снегового покрова. В основу опробования положены данные мониторинга снегового покрова, ведущегося в Институте геохимии СО РАН с 1991 года, и станций Гидрометеослужбы, дополненные наблюдениями на фоновых участках и оз. Байкал (рис. 1).

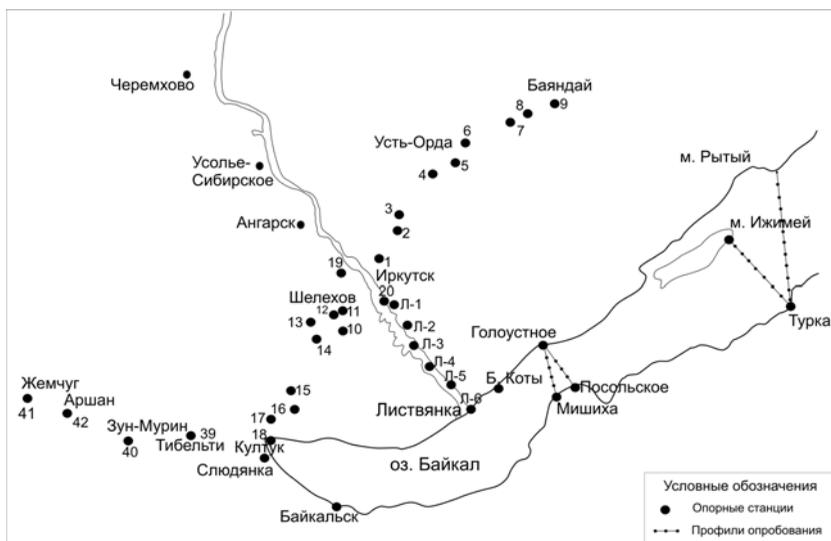


Рис.1. Схема станций мониторинга атмосферных выпадений

Отбор, обработка проб и анализ проводились по общепринятым методикам [2-3]. Концентрации ртути в снеговой воде меняются в весьма широких пределах как по площади, так и по годам отдельных станций. На фоновых станциях (Тункинская долина) и на льду Южной котловины оз. Байкал (профили Голоустное-Мишиха-Посольское) содержания ртути в снеговой воде не превышали 0,01 мкг/л. На льду Центральной котловины оз. Байкал (профили М. Рытый-Турка-Ижимей) они составляли 0,00n мкг/л. Максимальные уровни накопления ртути в снеговой воде за зимний период (до 13 г/км<sup>2</sup>) отмечены в г. Усолье-Сибирском в 1996 г. (табл. 1). Пик антропогенной нагрузки пришелся на середину 90-х годов. Особенно это

заметно на станциях наблюдений в городах Приангарья, где концентрация ртути в снеговой воде изменялась в пределах 0,01-0,5 мкг/л.

Средняя величина влажного выпадения ртути в районе комбината «Усольехимпром» за зимний период (3,54 г/км<sup>2</sup>) практически равна, согласно исследованиям Брюссельского университета в районе озера Байкал, фоновому годовому выпадению (3,7 г/км<sup>2</sup> в год) [4]. Допуская, что среднегодовое выпадение ртути близко к зимнему влажному выпадению, среднегодовое выпадение в районе комбината составит величину порядка 8,57 г/км<sup>2</sup> в год. Это в 2,3 раза выше регионального фона [5]. Получены также концентрации ртути в дождевой воде, было отобрано и проанализировано более 150 проб. Минимальная концентрация ртути (0,0002) обнаружена в одной из проб п. Листвянка, максимальная – 0,054 мкг/л в г. Усолье-Сибирское. Высокие концентрации ртути характерны для района деятельности комбината «Усольехимпром». Это может свидетельствовать о том, что накопленные на промплощадке запасы ртути по-прежнему поддерживают высокий уровень эмиссии ртути в атмосферу в районе крупномасштабного ртутного загрязнения, ее перенос господствующими атмосферными потоками.

Из таблицы 2 видно, что содержания ртути в воздухе в неработающем цехе ртутного электролиза на несколько порядков выше, чем снаружи цеха и на удалении от него, а при повышенной температуре воздуха (июль) аномальные концентрации отмечены и за его пределами. Атмосферный перенос от предприятия «Усольехимпром» дает повышенные содержания ртути в снеговом покрове и дождевых водах только на территории г. Усолье-Сибирское и его окрестностей. В г. Иркутске содержания ртути во влажных атмосферных выпадениях не превышают ПДК в питьевых водах (0,05 мкг/л), но на порядок выше, чем ПДК рыбохозяйственных водоемов (0,001 мкг/л) [2].

**Таблица 1 – Содержания ртути (мкг/л, мкг/г) и уровни накопления (г/км<sup>2</sup>) ртути в атмосферных осадках, Южное Прибайкалье, 1994-2007 гг.**

Место отбора пробы	1994-1998 гг., мкг/л	1999-2001 гг., мкг/л	2002-2004 гг., мкг/л	2005-2007 гг., мкг/л	Снег. вода, г/км <sup>2</sup>	Тв.ф. снега, мкг/г	Тв.ф. снега, г/км <sup>2</sup>	Дождевая вода, мкг/л	Сум. уровень в снеге, г/км <sup>2</sup>
Степные ландшафты (Иркутск-Баяндай)	0,003-0,05	0,003-0,01	0,001-0,006	0,002-0,005	0,03-0,13	0,01-0,05	0,05-1,5		0,1-1,8
Шелехов	0,01-0,02	0,003-0,01	0,0015-0,027	0,001-0,007	0,02-0,4	0,03-0,06	1,6-5,3	0,006-0,01	1,62-5,6
Гаежные ландшафты (Шелехов-Слюдянка)	н/п.о.	0,002-0,018	0,007-0,02	0,001-0,006	0,04-0,2	0,01-0,1	0,2-0,8		0,3-1,7

Место отбора пробы	1994-1998 гг., мкг/л	1999-2001 гг., мкг/л	2002-2004 гг., мкг/л	2005-2007гг., мкг/л	Снег. вода, г/км <sup>2</sup>	Тв.ф. снега, мкг/г	Тв.ф. снега, г/км <sup>2</sup>	Дождевая вода, мкг/л	Сум. уровень в снеге, г/км <sup>2</sup>
Иркутск, парковая зона	0,008-0,025	0,006-0,01	0,0035-0,023	0,003-0,006	0,26-0,63	0,2-0,4	0,7-2,0	0,006-0,02	1,0-2,26
Иркутск-2 сортиров.ст.	0,01-0,013	0,007-0,01	0,006-0,007	0,001-0,004	0,12-0,27	0,2-0,6	0,7-1,38		0,8-2,0
Иркутск-Листвянка	0,008-0,05	0,005-0,015	0,006-0,04	0,002-0,01	0,02-0,3	0,1-0,3	0,5-1,9	0,0005-0,005	0,5-2,0
Гункинская долина (фоновые станции)	0,01-0,018	0,002-0,01	0,001-0,02	0,0005-0,002	0,004-0,1	н/об	0,05-0,8		0,05-0,9
Ангарск, центр	0,014-0,05	0,004-0,02	0,001-0,02	0,002-0,007	0,01-0,13	0,1-0,3	1,5-3,8	0,004-0,008	1,6-3,9
Усолье-Сиб., «Химпром»	0,016-0,5	0,01-0,13	0,006-0,04	0,003-0,01	0,19-13,0	1,5-7,4	3,6-40,6		3,7-40,7
Усолье-Сиб., жилой массив.	0,008-0,06	0,004-0,1	0,007-0,028	0,003-0,007	0,19-1,0	1,0-1,5	3,6-10,0	0,013-0,054	3,65-11,0
Черемхово, парковая зона	0,017-0,09	0,003-0,01	0,01-0,02	0,002-0,01	0,09-0,17	н/об		0,007-0,01	0,09-0,17
Саянск				0,002-0,5	0,09-1,5	0,8-44,0	10,0-100,0		11,0-101,0-
Южн. котл., оз. Байкал		0,002-0,01			0,03-0,15				
Центр.котл., оз. Байкал		0,002-0,005			0,02-0,06				

**Таблица 2 – Ртуть в воздухе на промплощадке и в электролизном цехе «Усольхимпром», 2007 г., нг/м<sup>3</sup>**

Место взятия проб воздуха	Апрель	Июль, t°=25С
50 м от электролизного цеха, южные ворота	500	500
Внутри цеха, у первых южных ворот	44000	180900
Внутри цеха, в районе скважины, на высоте 1,2 м	44000	101900
Внутри цеха, в районе скважины, на полу.	146000	119400
Внутри цеха, у скважины, на высоте 1,2 м	38800	119400
Внутри цеха, у скважины, на полу.	83500	>220000
В центре цеха, напротив северных ворот, на высоте 1,2 м	70200	>220000
В центре цеха, напротив северных ворот, на полу	170000	>220000
Снаружи электролизного цеха, напротив северных ворот	1500	212000
Около вторых южных ворот		75800
Вторые южные ворота		16900

Место взятия проб воздуха	Апрель	Июль, t°=25С
30 м от вторых южных ворот		150000
30 м от первых южных ворот		2320
Северо-восточный угол электроцеха		14500

*Примечание: Верхний предел обнаружения ртути в атмосферном воздухе – 200000нг/м<sup>3</sup>; воздух в июле анализировался после затяжных дождей.*

В таблице 3 приведены формы нахождения ртути в снеге до и после его таяния.

**Таблица 3 – Формы нахождения ртути в снеге**

Место взятия	Hg <sup>0</sup> , нг/м <sup>3</sup> *	Hg <sup>0</sup> , мкг/л**	Hg <sup>2+</sup> , мкг/л***
Никола	5,39	0,0002	0,0023
Листвянка	4,00	0,0001	0,0024
Утулик	1,54	0,0002	0,0008
Снежная	4,15	0,0001	0,0007
Иркутск.	2,35	0,0002	0,0043
Ангарск	5,14	0,0006	0,0048
Усолье	15,24	0,0011	0,0067

*Примечание: \* – прокачка воздуха из мешка со снегом; \*\* – выдувание Hg<sup>0</sup> из снежной воды; \*\*\* – окисленная проба (с SnCl<sub>2</sub>, суммарное содержание свободной Hg<sup>0</sup> и связанной Hg<sup>2+</sup>).*

В снеговой воде ртуть находится в основном в двухвалентной связанной форме при наличии некоторого количества атомарной ртути. Большая часть свободной ртути находится в приземном воздухе. Для определения форм нахождения ртути в твердой фазе снега проведен пиролиз твердого остатка снега на станциях мониторинга: Подкаменная (С-15, таёжный ландшафт), Усолье-Сибирское (С-62), Листвянка (Л-6) (табл. 4). Показано, что в твердой фазе снега вблизи такого антропогенного источника как Усолье-Сибирское (С-62) преобладает физически сорбированная ртуть, а на удаленных от него участках (С-15, Л-6) – минеральная и химически сорбированная.

Это объясняется, скорее всего, большим количеством металлической ртути, находящейся до сих пор на территории цеха ртутного электролиза «Усольехимпром». Для Приангарья характерны очень низкие содержания ртути в почвах, поэтому, скорее всего, она в почвы поступает из атмосферы. При сжигании твердого топлива повсеместно в атмосферу поступает большое количество серы и органического углерода, которые могут образовывать ряд соединений, связанных с ртутью через процессы сорбции. Вполне вероятно, что именно они и поступают в атмосферные аэрозоли и переносятся на значительные расстояния. К сожалению, из-за малых концентраций ртути в

исследуемых пробах, а также небольших навесок невозможно пока проследить механизмы образования тех или иных форм ртути.

**Таблица 4 – Пиролиз проб твердой фазы снега на ртуть**

№ пробы	T°С <sub>max</sub>	T°С <sub>оконч выхода</sub>	T° <sub>ов</sub> -T° <sub>м</sub>	Формы ртути	Диапазон концентраций, мг/кг	Соотношение форм, %
С-15	300	365	65	ХС	0,4-0,68	9
	385	485	100	М		60
	485	590	105	З		31
С-62	265	330	65	ФС	0,3-0,4	59
	330	365	35	ХС		14
	415	505	90	М		28
Л-6	265	300	35	ФС	0,29-1,27	17
	330	365	35	ХС		46
	375	435	60	М		37

*Примечание: ХС – химически сорбированная форма ртути; ФС – физически сорбированная; М – минеральная; ИЗ – изоморфная.*

Исследования форм нахождения ртути в зимних атмосферных выпадениях позволило шире оценить привнос в ландшафтную сферу ее форм, наиболее устойчивых и опасных для загрязнения почв.

### **Литература**

1. Лавров С.М. Влияние применения ртутного электролиза ОАО «Усольехимпром» и «Саянскхимпром» на загрязнение геологической среды и вод Братского водохранилища // Тезисы докладов международной конф. «Проблемы ртутного загрязнения природных и искусственных водоемов, способы его предотвращения и ликвидации». – Иркутск, 2000. – С. 60.
2. Королева Г.П., Верховзина А.В., Гапон А.Е. Геохимический мониторинг загрязнения снегового покрова металлами – экотоксикантами (Южное Прибайкалье) // Инженерная экология. – 2005. – № 3. – С. 22-35.
3. Ломоносов И.С., Макаров В.Н., Хаустов А.П. и др. Экогеохимия городов Восточной Сибири. – Якутск, 1993. – 108 с.
4. Leermakers, С. Meuleman, W. Bayens. Mercury distribution and fluxes in Lake Baikal // Global and Regional Mercury Cycles: Sources, Fluxes and Mass Balances. Kluwer Academic Publishers. – Printed in the Netherlands, 1996. – P. 303-315.
5. Руш Е.А., Королева Г.П., Гребенщикова В.И., Андрулайтис Л.Д. Оценка поступления ртути и металлов-экотоксикантов с влажными атмосферными выпадениями (Южное Прибайкалье) // Материалы Всероссийской научно-практической конф. «Безопасность регионов – безопасность России», Иркутск, сентябрь 2007. – Иркутск, 2007. – С. 23-26.

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИЯХ ПОВЫШЕННОЙ АРИДНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

*Н.А. Кочеева, Т.В. Больбух, М.Г. Сухова, О.В. Журавлева  
ГАГУ, Россия, г. Горно-Алтайск, nina\_kocheeva@mail.ru*

## **THE TOPICALITY OF ECOLOGICALLY ORIENTED PLANNING OF ECONOMIC ACTIVITY IN THE ARID AREAS IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE**

*N.A. Kocheeva, T.V. Bolbukh, M.G. Sukhova, O.V. Zhuravlyova  
Gorno-Altai State University, Russia, Gorno-Altai City*

*Рассмотрена актуальность реакции природных вод на климатические изменения в аридных территориях. Предложена методика оценки реакции природных вод на климатические изменения.*

*The paper considers the topicality of the reaction of natural waters to the climatic changes in the arid territories and offers the techniques of assessing the reaction of natural waters to the climatic changes.*

В настоящее время многочисленные публикации призваны убедить общественность в том, что происходит потепление. Большинство исследователей признается факт существенных изменений погоды, которые могут считаться спусковым механизмом перестройки климата. Поскольку климат является важнейшей составляющей окружающей среды, то его взаимодействие с экологией несомненно» [1]. Изменчивость климатических показателей и разнообразие совокупного их проявления наиболее ярко проявляется в пределах аридных территорий, «в границах природных комплексов всех рангов от фации до географической оболочки» [2, с. 6].

В аридных территориях лимитирующим фактором существования биоты и развития сельского хозяйства является количество осадков. Все сказанное определяет актуальность разработки таких методов управления хозяйственной деятельностью, которые позволят учитывать происходящие изменения климата и возможные изменения в состоянии компонентов природных комплексов.

По мнению авторов, эта постановка вопроса может иметь положительный результат при введении элементов ландшафтного планирования в процесс разработки планов развития муниципальных образований. В ходе изучения эколого-экономических составляющих жизни на территории Кош-Агачского района коллектив авторов пришел к

заклучению о неотложности учета экологических проблем в комплексном рассмотрении эколого-климатических взаимодействий. На примере территории был разработан план мероприятий, учитывающий современные тенденции в поведении климатических показателей.

Для оценки региональных особенностей ИК района проанализированы данные за 1955-2009 гг. метеостанции Кош-Агач (1758 м над у.м.), расположенной в высокогорной Чуйской котловине Юго-Восточного Алтая. За этот период отмечается стабильное повышение среднегодовой температуры, особенно усилившееся в последнее десятилетие, однако на фоне значительного положительного тренда наблюдаются разнонаправленные флуктуации сезонной температуры воздуха. Тем не менее, на изученной территории выявлена четкая тенденция к увеличению среднего максимума и понижению среднего минимума температур воздуха, к уменьшению количества осадков в зимний период при увеличении интенсивности летних.

Важными особенностями ИК на аридных территориях Алтая являются возросшая неравномерность выпадения осадков во времени (ливни/засухи); отсутствие увлажнения почвы после ливней (увеличение поверхностного стока и быстрое испарение из-за высоких температур), повышение сезонных и годовых температур приземного воздуха, расширение диапазона экстремальных температур, уменьшение количества осадков зимнего периода, увеличение засушливости (аридизация), увеличение интенсивности летних осадков, уменьшение числа дней с устойчивым снежным покровом, учащение поздних и ранних заморозков.

Проведенное ранее исследование показало, что «высокогорные части бассейнов рек Алтая отличаются наиболее сложными и многообразными условиями формирования химического состава речных вод, они в значительно большей степени подвержены любому внешнему воздействию» [3, с. 163]. Выявленные тенденции в поведении климатических показателей дают основание для того, чтобы прогнозировать существенные изменения в функционировании природных вод.

1. Рост минерализации. Для подземных вод эта тенденция наметилась в начале 21-го века [4]. В свете данной постановки проблемы наиболее актуальным является рассмотрение водоносных горизонтов четвертичного возраста. Опробовались две точки выхода подземных вод водоносного горизонта четвертичного возраста: с. Бельтир и с. Теленгит-Сортогой. Линия, на которой располагаются эти точки пересекает Чуйский артезианский бассейн с запада на восток в северной его части. Выявлен рост значений  $\text{HCO}_3^-$ –  $\text{SO}_4^{2-}$ –, минерализации, мутности и жесткости начиная с 2002 г. При гидродинамической связи водоносных горизонтов четвертичного возраста с поверхностными водами изменение характера выпадения осадков приведет к росту минерализации, затем к истощению подземных вод.

2. Повышенный риск загрязнения поверхностных вод и вод водоносного горизонта четвертичного возраста (свалки, места хранения

пестицидов, места ветеринарной обработки животных, шламохранилища и пр.). Существующие тенденции изменения характера выпадения осадков приведут к росту двух видов загрязнения: химического и механического.

3. Деградация многолетней мерзлоты ликвидирует водоупорные горизонты частично или полностью, снизив изолированность подземных вод. В поверхностные воды поступят элементы, которые были законсервированы многолетней мерзлотой [3]. По данным авторов в талых водах оползня, который образовался в ходе землетрясения 2003 г., концентрация радионуклидов превышает фоновые содержания этой территории в 30-50 раз. Это определяет необходимость неотложного поиска механизмов учета экологического состояния природных вод для целей устойчивого использования их в хозяйственной деятельности на территории района.

В условиях экологически и климатически дестабилизированной среды неизбежен рост градиентов показателей химического состава природных вод. Под влиянием климатических изменений происходит постоянная перегруппировка химических элементов и их соединений в поверхностных и подземных водах. Рост количества «короткоживущих» соединений можно рассматривать в качестве маркера колебания климатических показателей. В основе устойчивости гидросферы лежит не законсервированность гидродинамических систем, а их способность реагировать на экологическую дестабилизацию, в качестве которой может выступать изменение климата.

Для такой территории, как Кош-Агачский район, где вся гидросфера может быть отнесена к категории наивысшего значения важно выделить показатели, которые можно обоснованно принимать за маркеры изменений экосистемы. Для природных вод аридных территорий таким маркером может быть химический состав.

Места наибольшей градиентности химического состава поверхностных вод нами рассматривались в качестве наиболее значимых при оценке влияния изменения климата на гидроэкосистемы. Наша позиция базируется на неразрывной связи русла реки с ее бассейном и окружающим ландшафтом в целом (геология, рельеф, почвы, климат, растительность). В связи с этим русловые процессы следует рассматривать как составную часть развития географической среды.

С другой стороны, отрезки рек, где отмечена наибольшая постоянность химического состава природных вод, отнесены нами к категории минимальной значимости для идентификации климатических изменений. Использование величины стандартного отклонения общей минерализации или содержания одного или нескольких ионов позволяет математически обосновать интервал оценки. Трехбалльная шкала оценки значимости хорошо ложится в рамки, принятые для оценки аномальности природного явления, если показатель отличается от среднего значения на величину одного, двух или трех стандартных отклонений.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-05-00108-а.*

## Литература

1. Воронина Л.В., Гриценко А.Г. Климат и экология Новосибирской области (Текст): монография / Л.В. Воронина, А.Г. Гриценко. – Новосибирск: СГГА, 2011. – 228 с.
2. Воронина Л.В. Роль климатических процессов в свете современных представлений о связи экологии и климата // «ГЕО-Сибирь-2009». Т.4. Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология. Ч.2: сб.матер. V Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2009», 20-24 апреля 2009 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2009. – С. 144-148.
3. Кочеева Н.А., Авдюшкина Е.И., Большух Т.В. Изменения химического состава поверхностных вод в Горном Алтае. Известия РГО № 6, СПб, 2007. С.37-43. Ландшафтное планирование Кош-Агачского района Республики Алтай – перспектива устойчивого развития // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов (Материалы X международной конференции, г. Ховд, 20-21 августа 2011 года). Том 1. Естественные науки. – Ховд-Томск, 2011. – С.160-164.
4. Драчов С.С., Кочеева Н.А. Химический состав подземных вод Чуйского артезианского бассейна и его структурно-фациальные особенности // Вестник РУДН. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 4. – С. 43-49.

## ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*А.А. Малыгин*

*Федеральное государственное унитарное предприятие «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры»,  
monitoring@roscosmos.ru*

## IMPACT ASSESSMENT QUESTIONS OF SPACE ENVIRONMENTAL AREAS FALL OF SPACE OBJECTS

*A.A. Malygin*

*Federal state unitary enterprise «center for operation of space ground-based infrastructure»*

*Проведен анализ требований законодательства в области охраны окружающей среды при осуществлении государственного экологического мониторинга. Рассмотрены вопросы оценки влияния космической деятельности на окружающую среду районов падения космических объектов. Даются предложения к совершенствованию природоохранного законодательства с*

*учетом комплексной оценки влияния антропогенного воздействия исходя из принципа самовосстановления экосистем.*

*The article analyzes the requirements of the legislation in the field of environmental protection in the exercise of state environmental monitoring. The questions of assessing the impact of space activities on the environment of the areas falling space objects. The author provides suggestions for the improvement of environmental legislation, taking into account the integrated impact assessment of anthropogenic impact on the principle of self-restoration of ecosystems.*

Легальное определение понятия «мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг)» закреплено Федеральных законах «Об охране окружающей среды» [1] и «О гидрометеорологической службе» [2]: экологический мониторинг – это комплексная система долгосрочных наблюдений за состоянием окружающей среды, ее загрязнением, включая наблюдения за происходящими в окружающей среды природными явлениями, а также оценка и прогноз изменения состояния и загрязнения окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

В целях обеспечения охраны окружающей среды в настоящее время создана единая система государственного экологического мониторинга состоит из ряда подсистем. Правила и порядок осуществления каждого вида экологического мониторинга определяется соответствующими постановлениями Правительства Российской Федерации. Главным уполномоченным органом по осуществлению экологического мониторинга состояния окружающей среды является Росгидромет. На основании данных, полученных при осуществлении государственного экологического мониторинга, Минприроды России подготавливает ежегодный государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды.

Помимо перечисленных в законе видов государственного экологического мониторинга существуют специфические виды мониторинга, к которым относится экологический мониторинг космической деятельности. В соответствии с Законом Российской Федерации «О космической деятельности» [3] ракетно-космическая деятельность должна осуществляться с учетом обеспечения уровня допустимых антропогенных нагрузок на окружающую среду. Одним из принципов, в соответствии с которыми осуществляется космическая деятельность, является принцип обеспечения безопасности и охраны окружающей среды.

При осуществлении запусков космических аппаратов для приема отделяющихся частей используются районы падения, часть которых расположена на территории Сибирского Федерального округа. Осуществление экологического мониторинга космической деятельности на данных территориях предусмотрено в договорах на использование территорий районов падения между Роскосмосом и субъектами Российской Федерации.

В соответствии с приказом Роскосмоса ответственным за эксплуатацию районов падения является Федеральное государственное унитарное предприятие «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры». Функции по экологическому мониторингу на территории районов падения возложены на Управление экологической безопасности и выполняются в рамках мероприятий по экологической безопасности космической деятельности. С целью реализации прогрессивных подходов и научных достижений к работам привлекается Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, который обеспечивает научно-методическое сопровождение работ.

Работы по экологическому мониторингу в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧ РН) включают в себя «как контроль за содержанием в природных средах токсичных для человека загрязняющих веществ, так и оценку состояния экосистем в целом и их отдельных компонентов» [4, с. 8].

Экологический мониторинг РП ОЧРН проводится с целью получения с установленной периодичностью объективных данных о состоянии окружающей среды и на их основании выработки обоснованных решений, направленных на уменьшение негативных экологических последствий.

В рамках существующих нормативных правовых документов затруднительно оценить степень влияния космической деятельности на окружающую среду. Затруднения обусловлены отсутствием нормативов воздействия на объекты окружающей среды, основанных на сохранении биологического цикла. Предельно допустимые концентрации токсичных веществ в почве, воде и атмосферном воздухе в настоящее время определяются исходя из возможного воздействия на человека. Однако данный подход не отражает специфику воздействия космической деятельности в РП ОЧРН, оказывающей влияние только на компоненты экосистем при отсутствии непосредственного влияния на здоровье людей (так как в период пуска осуществляется эвакуация всех лиц из РП ОЧРН, а населенных пунктов там нет).

Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова при оценке антропогенного влияния в результате воздействия космической деятельности, исходя из принципа самовосстановления экосистем, для каждого компонента (атмосферный воздух, поверхностные воды, почва, растительность) разработал перечень экологических параметров, учитывающих специфику воздействия. Однако данный подход носит лишь научный характер, применяется в рамках исследовательских работ и с правовой позиции не имеет практической реализации.

Вопрос оценки влияния на окружающую среду РП ОЧРН приобретает особую актуальность и требует скорейшего решения ввиду повышенного внимания общественности к космической деятельности как в регионах, так и в целом по стране. Основываясь на результатах многолетних исследований в районах падения, можно утверждать о целесообразности осуществлять

нормирование воздействия космической деятельности на окружающую среду исходя не из гигиенических критериев, а из принципа самовосстановления естественных компонентов экосистем.

Для этого необходимо предусмотреть возможность разработки и утверждения уполномоченным органом государственной власти по нормативно-правовому регулированию в сфере охраны окружающей среды соответствующей нормативно-правовой документации, в которой будут закреплены специальные принципы нормирования воздействия на окружающую среду безлюдных территорий, что позволит объективно отразить в законодательстве воздействие на окружающую среду в РП ОЧРН и тем самым обеспечить ее охрану и экологическую безопасность.

### **Литература**

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» // Собрание законодательства РФ. – 2002. – № 2. – С. 133.
2. Федеральный закон «О гидрометеорологической службе» // Собрание законодательства РФ. – 1998ю – № 30. – С. 3609.
3. Закон Российской Федерации «О космической деятельности» // Российская газета. – 1993ю – № 186.
4. Кречетов П.П., Королева Т.В., Черницова О.В. Мониторинг состояния экосистем при осуществлении ракетно-космической деятельности // Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности: матер международной научно-практической конференции, 18 мая 2011 г. – М.: МГУ, 2011. – 138 с.

## **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

*Н.А. Мешков*

*ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина» Минздравоуразвития России,  
Москва, professor121@rambler.ru*

## **HYGIENIC ASSESSMENT OF STATE OF ENVIRONMENT AND HEALTH OF POPULATION NEAR CHEBOKSARY WATER STORAGE BASIN**

*N.A. Meshkov*

*The A.N. Sysin Research Institute for Human Ecology and Environmental  
Health of the Ministry of Public Health and Social Development of the Russian  
Federation, Moscow*

*Выполнено исследование по изучению состояния среды обитания и вклада основных факторов в формирование соматической и инфекционной заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния Чебоксарского водохранилища. Основной вклад вносит загрязнение атмосферного воздуха. Показано, что чем ниже по течению р. Волги, тем выше вклад химического и микробного загрязнения воды в формирование соматической и инфекционной заболеваемости у детей и подростков. У взрослых эта зависимость менее выражена. Выявленный факт обусловлен транспортированием загрязнений из вышерасположенных промышленных, сельскохозяйственных и других объектов в нижерасположенные участки Чебоксарского водохранилища.*

*We have performed a study of the state of the environment and the contribution of the main factors to the somatic and infectious morbidity of population living near the Cheboksary water storage basin. Air pollution is the largest contributor to the somatic morbidity of population in the three areas under analysis. The study has shown that the contribution of chemical and microbial water pollution to the somatic and infectious morbidity among children and teenagers increases downstream in the Volga River. This correlation is less remarkable among grownups. This is caused by polluted water coming from the industrial, agricultural and other facilities located upstream to the downstream parts of Cheboksary water storage basin.*

Искусственные водохранилища оказывают определенное воздействие на среду обитания и здоровье населения на территориях, расположенных в зоне их влияния. В настоящее время из их числа наиболее пристальное внимание привлекает Чебоксарское водохранилище, расположенное на территории Нижегородской области, Республики Марий Эл и Чувашской Республики, что обусловлено необходимостью подъема его уровня до проектной величины 68 м. В связи с этим было выполнено исследование по изучению состояния среды обитания и вклада основных факторов в

формирование соматической и инфекционной заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния Чебоксарского водохранилища.

Состояние среды обитания оценивалось по величине удельного веса проб воздуха, воды и почвы, несоответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, распределение которых изучалось в каждом из регионов. Сравнение регионов между собой проводилось по средним величинам нестандартных проб. Вклад изучаемых факторов среды обитания в формирование соматической и инфекционной заболеваемости оценивали по величине коэффициента определения (%).

Установлено, что в Нижегородской области по удельному весу нестандартных проб атмосферного воздуха 1-е место занимает г. Дзержинск, на 2-м и 3-м местах находятся гг. Кстово и Нижний Новгород. Ранжирование по величине нестандартных по санитарно-химическим показателям проб воды показало, что Борский и Богородский районы, расположенные в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, занимают 3-е и 4-е места, а по микробиологическим показателям 1-е, 2-е и 3-е места – г. Нижний Новгород, Балахнинский и Борский районы, соответственно. Почвы в Нижегородской области характеризуются высоким уровнем микробного и химического загрязнения.

Среди территорий Республики Марий Эл 1-е место по уровню загрязнения атмосферного воздуха занимает г. Йошкар-Ола, 2-е – Горномарийский район. По величине удельного веса нестандартных по санитарно-химическим показателям проб воды Горномарийский, Юринский и Килемарский районы, расположенные в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, занимают среди всех территорий республики, соответственно – 9-е, 10-е и 13-е места. По микробиологическим показателям Горномарийский район находится на 4-м месте, а Килемарский и Юринский районы – на 11-м и 12-м местах. Основными причинами бактериального загрязнения систем централизованного водоснабжения в республике являются высокий износ водопроводной сети, неудовлетворительное техническое состояние, а также недостаточный уровень профилактических мероприятий. Вклад городских поселений в загрязнение водных объектов составляет 96,8%, сельских – 3,2%. Уровень химического загрязнения почвы в городских поселениях в 2 раза выше, чем в сельской местности. Превышение республиканского уровня нестандартных по микробиологическим показателям проб почвы в 3,5 и 2,1 раза выявлено только в Волжском и Медведевском районах, не входящих в зону влияния Чебоксарского водохранилища.

Оценка состояния атмосферного воздуха в населенных пунктах Чувашской Республики показала, что в городских поселениях частота проб атмосферного воздуха с превышением ПДК на 11,4% больше, чем в сельских. Удельный вес проб воды из децентрализованных источников водоснабжения, несоответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим

показателям, на территориях в зоне влияния Чебоксарского водохранилища превышает республиканский уровень в г.Чебоксары в 1,3 раза, в Моргаушском и Ядринском районах – в 1,2 и 1,1 раза, соответственно. Республиканский уровень проб воды из централизованных источников водоснабжения, нестандартных по санитарно-химическим показателям, превышен в 1,4 раза только в Ядринском районе. Удельный вес нестандартных по санитарно-химическим показателям проб воды из водопроводной сети в г.Новочебоксарске выше республиканского уровня в 2,4 раза, в Моргаушском и Красночетайском районах – в 1,9 и в 1,7 раза, соответственно. Республиканский уровень нестандартных по микробиологическим показателям проб воды из децентрализованных источников в зоне влияния Чебоксарского водохранилища превышен в 1,5 раза в Моргаушском районе, а из водопроводной сети – в 1,4 раза в г. Чебоксары и в 1,3 и 1,2 раза – в Моргаушском и Красночетайском районах. В структуре загрязнения почвы преобладают бактериальное загрязнение и тяжелые металлы.

Сравнение регионов, территории которых находятся в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, по средним величинам нестандартных по санитарно-химическим показателям проб воздуха, воды и почвы представлено на рисунке 1а. Показано, что уровень загрязненности атмосферного воздуха снижается по мере удаления от Нижегородской области. Удельный вес нестандартных по санитарно-химическим показателям проб воды снижается на территории Республики Марий Эл и увеличивается в Чувашской Республике. Химическое загрязнение почвы возрастает по направлению от г. Нижнего Новгорода к г. Чебоксары.

Сравнение регионов, территории которых находятся в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, по средним величинам нестандартных по микробиологическим показателям проб воды и почвы представлено на рисунке 1б. Показано, что бактериальное загрязнение воды возрастает, а почвы снижается по направлению к территории Чувашской Республики.

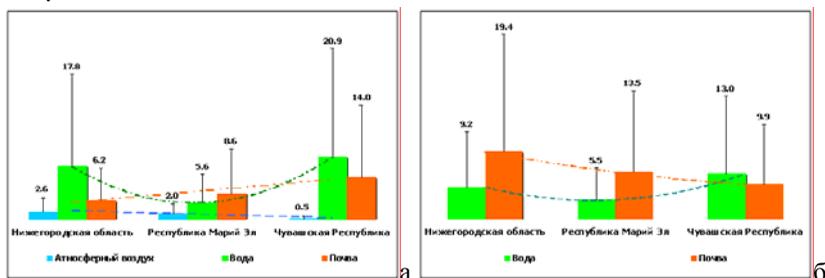


Рис. 1. Сравнительный анализ регионов, территории которых находятся в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, по величине нестандартных по санитарно-химическим показателям проб воздуха, воды, почвы (а) и микробиологическим показателям проб воды и почвы (б), %

Гигиеническая оценка вкладов факторов среды обитания в формирование соматической заболеваемости населения территорий Нижегородской области, находящихся в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, представлена на рисунке 2а. Вклад загрязнения атмосферного воздуха в формирование соматической заболеваемости детей и подростков в 1,3 раза превосходит вклад воды у взрослого населения. Вклад химического загрязнения почвы в формирование заболеваемости не оценивался из-за отсутствия данных по районам области.

Результаты оценки вкладов состояния атмосферного воздуха и уровня микробного загрязнения воды в формирование инфекционной заболеваемости населения представлены на рисунке 2б. Показано, что опосредованное воздействие на формирование инфекционной заболеваемости состояния атмосферного воздуха выше прямого влияния микробного загрязнения воды у детей в 7,4 раза, у подростков и взрослых – в 3,4 раза. Выявлено статистически значимое влияние микробиологических показателей воды из децентрализованных источников водоснабжения на уровень инфекционной заболеваемости взрослого населения.

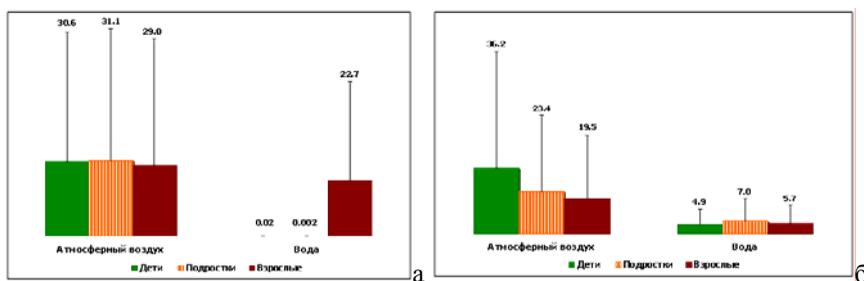


Рис. 2. Вклад факторов среды обитания в формирование соматической (а) и инфекционной (б) заболеваемости населения Нижегородской области, проживающего в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, %

Результаты гигиенической оценки вкладов факторов среды обитания в формирование соматической заболеваемости населения территорий Республики Марий Эл, находящихся в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, представлены на рисунке 3а. Показано, что у детей и подростков ведущим фактором в формировании соматической заболеваемости является загрязнение атмосферного воздуха, а у взрослых – воды.

Результаты оценки вкладов состояния атмосферного воздуха и микробного загрязнения воды и почвы в формирование инфекционной заболеваемости населения Республики Марий Эл в зоне влияния Чебоксарского водохранилища представлены на рисунке 3б. Ведущим в формировании инфекционной заболеваемости детей и подростков является загрязнение почвы, а взрослых – воды. Статистически значимое влияние

бактериального загрязнения воды на уровень заболеваемости населения острыми кишечными инфекциями выявлено в Волжском, Горномарийском и Звениговском районах. Установлено влияние бактериального загрязнения почвы на заболеваемость аскаридозом городского населения Волжского района.

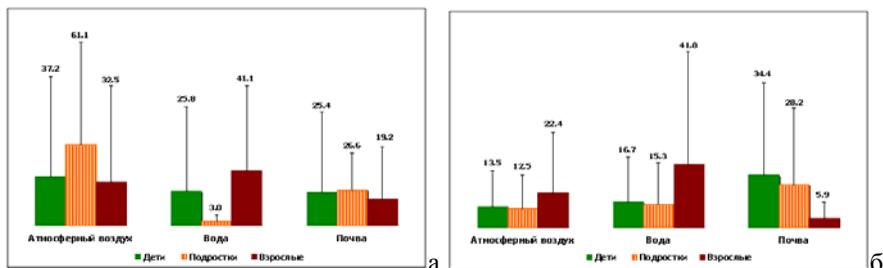


Рис. 3. Вклад факторов среды обитания в формирование соматической (а) и инфекционной (б) заболеваемости населения Республики Марий Эл, проживающего в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, %

Результаты гигиенической оценки вкладов факторов среды обитания в формирование соматической заболеваемости населения Чувашской Республики, проживающего в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, представлены на рисунке 4а. Видно, что ведущим фактором в формировании соматической заболеваемости всех возрастных групп населения Чувашской Республики является атмосферный воздух.

Результаты оценки вкладов состояния атмосферного воздуха и микробного загрязнения воды и почвы в формирование инфекционной заболеваемости населения Чувашской Республики в зоне влияния Чебоксарского водохранилища представлены на рисунке 4б. Видно, что на формирование инфекционной заболеваемости всех возрастных групп населения Чувашской Республики в большей степени по сравнению с микробным загрязнением воды и почвы влияет атмосферный воздух. Установлено, что микробиологические показатели воды оказывают статистически значимое влияние на уровень заболеваемости населения острыми кишечными инфекциями в г. Чебоксары, Красночетайском и Ядринском районах.

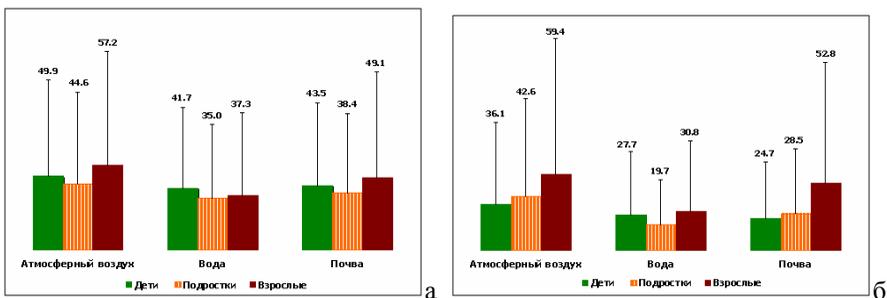


Рис. 4. Вклад факторов среды обитания в формирование соматической (а) и инфекционной (б) заболеваемости населения Чувашской Республики, проживающего в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, %

Сравнительный анализ влияния химического загрязнения воды на формирование соматической заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния Чебоксарского водохранилища на территории изучаемых субъектов, представлен на рисунке 5а. Видно, что вклад химического загрязнения воды в формирование соматической заболеваемости у детей и подростков увеличивается по мере приближения к Чебоксарскому водохранилищу. У взрослого населения такой зависимости не установлено.

Сравнительный анализ влияния микробного загрязнения воды на формирование инфекционной заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния Чебоксарского водохранилища на территории изучаемых субъектов, представлен на рисунке 5б. Видно, что чем ближе к Чебоксарскому водохранилищу, тем выше вклад микробного загрязнения воды в формирование инфекционной заболеваемости у детей и подростков. У взрослых наиболее высокий вклад выявлен в Республике Марий Эл, на 2-м месте – Чувашская Республика.

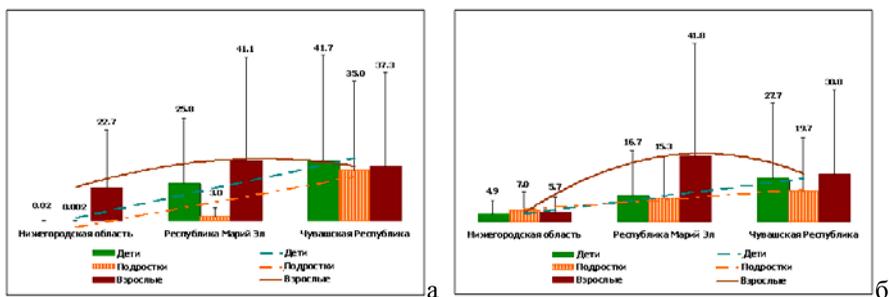


Рис. 5. Вклад химического загрязнения воды в формирование соматической заболеваемости (а) и микробного загрязнения воды в формирование инфекционной заболеваемости (б) населения, проживающего в зоне влияния Чебоксарского водохранилища, %

Анализ показал, что источниками загрязнения в Нижегородской области и Республике Марий Эл сбрасывается в Чебоксарское водохранилище более 90% объема сточных вод. Значительно меньший вклад в суммарное загрязнение приходится на неорганизованные источники от сельскохозяйственного производства, сельхозугодий, отходов животноводства и территорий сельских населённых пунктов. Эти загрязнения транспортируются в нижерасположенные акваториальные участки Чебоксарского водохранилища, что при НПУ 63 м приводит к накоплению различных загрязнителей в приплотинном отделе водохранилища, в том числе в донных отложениях, и усилению процессов вторичного загрязнения.

### *Выводы*

1. Установлено, что уровень загрязненности атмосферного воздуха снижается, а химическое загрязнение почвы возрастает по направлению от Нижнего Новгорода к г.Чебоксары. Удельный вес нестандартных по санитарно-химическим показателям проб воды снижается на территории Республики Марий Эл и увеличивается в Чувашской Республике. Чем ближе к Чебоксарскому водохранилищу, тем выше уровень бактериального загрязнения воды и ниже – почвы.

2. Основной вклад в формирование соматической заболеваемости населения всех трех субъектов вносит загрязнение атмосферного воздуха, за исключением Республики Марий Эл, где у взрослого населения преобладает влияние химического загрязнения воды.

3. Статистически значимое влияние микробного загрязнения воды на уровень инфекционной заболеваемости взрослого населения выявлено в Нижегородской области, заболеваемости населения острыми кишечными инфекциями – в Волжском, Горномарийском и Звениговском районах Республики Марий Эл, а также в г.Чебоксары, Красночетайском и Ядринском районах Чувашской Республики.

4. Показано, что чем ниже по течению р. Волги, тем выше вклад химического и микробного загрязнения воды в формирование соматической и инфекционной заболеваемости у детей и подростков. У взрослых эта зависимость менее выражена. Выявленный факт обусловлен транспортированием загрязнений из вышерасположенных промышленных, сельскохозяйственных и других объектов в нижерасположенные участки Чебоксарского водохранилища.

## **К ФЛОРЕ САРЫКОПИНСКОГО КЛАСТЕРНОГО УЧАСТКА СТЕПНОГО РЕЗЕРВАТА «АЛТЫН-ДАЛА»**

*Н.В. Нелина<sup>1</sup>, А.А. Иващенко<sup>2</sup>, Т.Г. Кашеварова<sup>3</sup>, Л.Е. Ишков<sup>3</sup>,  
А.Т. Ахметов<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup> – Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК, Алматы,  
Казахстан*

*<sup>2</sup> – Иле-Алатауский национальный парк, Алматы, Казахстан*

*<sup>3</sup> – ЦДЗ и ГИС «Терра», Алматы, Казахстан*

## **ADDITIONAL TO FLORA OF CLUSTER AREA SARYKOPINSKYI IN STEPPE RESERVATION "ALTYN DALA"**

*N.V. Nelina<sup>1</sup>, A.A. Ivashchenko<sup>2</sup>, T.G. Kashevarova<sup>3</sup>, L.E. Ishkov<sup>3</sup>,  
A.T. Ahmetov<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup> – Institute of Botany and Phytointroduction MOE RK, Almaty, Kazakhstan*

*<sup>2</sup> – Ile-Alatau National Park, Almaty, Kazakhstan*

*<sup>3</sup> – Center of RS and GIS "Terra", Almaty, Kazakhstan,  
tatyanaK1961@mail.ru*

*Приводится краткое описание территории участка Сарыкопа (Костанайской области), а также основных видов флоры, в т.ч. редких.*

*The article provides a brief description of the Sarykopa area (Kostanai oblast), as well as the main species of flora and rare species found on this site.*

В связи с катастрофическим состоянием степных экосистем в Евразии большое значение имеет создание особо охраняемой территории в степной зоне. В опустыненных полынно-ковыльных степях Казахстана до сих пор нет ни одного заповедника, ни национального парка. В 2005 г. на основании предложений «WWF Эконет» (Е.И.Рачковская, Т.М.Брагина, Ю.А.Грачев и др.) сделан природоохранный проект «Алтын-Дала». Сейчас он реализуется Казахстанской ассоциацией сохранения биоразнообразия (АСБК) при поддержке Комитета лесного и охотничьего хозяйства МСХ РК и Франкфуртского зоологического общества (Германия). Для разработки естественно-научного и технико-экономического обоснований проектируемого резервата «Алтын-Дала» в 2007 и 2009 гг. авторами проводились экспедиционные обследования территории трех выделенных для первоочередной охраны кластерных участков: Улы-Жыланшик, Тосынкум и Сарыкопа (Костанайская область).

Сарыкопинский участок расположен на периферии одноименных озер и включает аллювиальные приречные равнины и акватории на юге степной зоны в подзоне опустыненных степей. Сама озерная система состоит из

плесов и озер (занимая площадь – 336 км<sup>2</sup>, максимальная длина – 50,2 км, ширина – 12,3 км). При общей ориентации всей системы с севера на юг плесы в средней и южной частях озера вытянуты параллельно с юго-запада на северо-восток и разделяются песчаными гривами протяженностью до 10 км и относительной высотой 10-20 м. Связь между плесами сохраняется посредством глубоких проток. Глубины и площади открытого водного зеркала значительно колеблются по годам, средняя глубина озера составляет от 1 до 1,5 м [1].

Максимальную площадь на обследованной территории занимают тростниковые заросли (75,6% от общей площади озерной системы Сарыкопа). Широко представлены также разнообразные травяные болота (камышевые, клубнекамышевые, ситниковые) и луга (пырейные, осоковые, ажрековые, вострцовые, бескильницевые). По периферии лугов развиты селитрянопопынные и кокпековые пустынные сообщества на солонцах и сарсазанники на солончаках. Среди аквальных экосистем большим разнообразием отличаются также сообщества макрофитов (*Najas marina*, *Potamogeton natans*, *P. filiformis*, *P. pectinatus*, *Ceratophyllum demersum*, *C. tanaiticum*, *Myriophyllum spicatum*, *Lemna trisulca*, *Utricularia vulgaris*, *Alisma plantago-aquatica*).

Флора высших растений обследованного участка, по нашим данным, включает 95 видов из 72 родов и 38 семейств, в том числе пяти (Callitrichaceae, Lemnaceae, Ruppiaceae, Salviniaceae, Zanicelliaceae) встречающихся только на этом участке. По представительности на первом месте стоят семейства: Asteraceae, Poaceae, Chenopodiaceae, Сурегaceae, Brassicaceae. Высокое положение семейства Chenopodiaceae объясняется обилием засоленных местообитаний и расположением обследованного района в самой южной части полосы опустыненных степей, которая является практически контактной зоной между степями и пустынями [2].

В деле сохранения биоразнообразия любого региона или конкретного участка важнейшая роль принадлежит редким растениям. Здесь найдено 10 редких видов, в том числе: четыре (*Ornithogalum fischerianum* Krasch., *Tulipa biflora* Pall., *T. patens* Agardh ex Schult. et Schult. fil., *T. schrenkii* Regel), занесенные в Красную книгу Казахстана [3]; три (*Nitraria schoberi* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Salvinia natans* (L.) All. – реликты различного возраста [4]; один (*Serratula dissecta* Ledeb.) – эндемичный и один (*Ceratophyllum tanaiticum* Sarjæg.) – редкий вид Казахстана, находящийся на границе ареала.

*Птицемлечник Фишера* (*Ornithogalum fischerianum*) – причерноморско-казахстанский вид, восточная граница ареала которого проходит в районе Центрально-Казахстанского мелкосопочника и Тюменской области [5-6]. Немногочисленная популяция со средней плотностью 0,85 (максимум – 4-5) плодоносящих особей на 1 м<sup>2</sup> отмечена на засоленных полынево-волоснецовых лугах восточного берега озера Сарыкопа.

*Тюльпан двухцветковый* (*Tulipa biflora*) – пустынно-степной вид, распространенный от Прикаспийских пустынь до предгорий Казахстанского

Алтая [7]. Встречается небольшими изолированными популяциями (пятна площадью 5-10 м<sup>2</sup>) чаще в чернополынниках, реже – в полынево-злаковых сообществах (плотность – до 7-10 плодоносящих особей на 1 м<sup>2</sup>).

*Тюльпан поникающий (Tulipa patens)* – преимущественно степной вид, характерный для северной половины Казахстана и юга Западной Сибири [6, 8]. Самый массовый из тюльпанов на обследованной территории – площади, занятые сообществами с его участием, как и плотность популяций (до 11-20 плодоносящих особей на 1 м<sup>2</sup>) примерно в два раза выше, чем у предыдущего вида.

*Тюльпан Шренка (Tulipa schrenkii)* – типично степной вид, распространенный от Прикаспия до западной части Центрально-Казахстанского мелкосопочника [5, 8]. Встречается отдельными изолированными ценопопуляциями только на Улыжыланшикском участке и на восточном берегу озера Сарыкопа. Максимальная плотность – до 10-12 генеративных экземпляров на 1 м<sup>2</sup>. Ценнейшее декоративное растение, родоначальник первых культурных сортов тюльпанов класса Дюк Ван Толь, выведенных в Голландии еще в конце XVI века [7].

*Сальвиния плавающая (Salvinia natans)* – мелкий, свободно плавающий водяной папоротник, реликт третичного периода. Широко распространен по всей равнинной территории Казахстана, в отдельных регионах редок. Выделен в качестве ключевого вида для приоритетных водно-болотных угодий Казахстана [9]. Встречается только на прибрежных мелководьях озера Сарыкопа в сообществах с преобладанием тростника и урути (*Myriophyllum spicatum*).

*Кубышка желтая (Nuphar lutea)* – обитатель пресноводных водоемов, распространенный по всему Казахстану, за исключением бассейна Аральского моря и самых южных регионов. Реликт водной флоры олигоцен-эоцена [4] с сокращающейся численностью, так как плохо переносит загрязнение воды. Единичные популяции зарегистрированы только в реке Улыжыланшик (близ пос. Рахмет) и в центральной части оз. Сарыкопа.

*Селитрянка Шобера (Nitraria schoberi)* – восточнопалеарктический вид, реликт субтропических лесов и саванн эпохи эоцена [4]. На обследованной территории редок, отмечен только на засоленном восточном побережье озера Сарыкопа близ южного плеса Жарколь.

*Роголистник донской (Ceratophyllum tanaiticum)* – редчайший вид, с основным ареалом в низовьях рек Дона и Волги. В Казахстане ранее найден только в озерах Прикаспия и озере Джалангаш, в 17 км южнее г. Иргиз [8, 10]. Этот вид следует считать реликтовым, о чем свидетельствует дизъюнктивность его ареала, а также находки ископаемых остатков представителей рода в отложениях среднего олигоцен [4]. Нами собран на мелководьях восточного побережья оз. Сарыкопа, что позволяет расширить его ареал на 250 км к северо-востоку.

*Серпуха расчлененная (Serratula dissecta)* – казахстанский эндемик, обычный в долине р. Улыжыланшик, на Сарыкопинском участке встречается

только на засоленных лугах восточного побережья. Еще одной флористической достопримечательностью озера Сарыкопа является редкий вид водяного мха – *Ricciocarpus natans* (L.) Corda, впервые найденный нами на равнинах Казахстана.

Система озер Сарыкопа включена в Список ключевых орнитологических территорий Центральной Азии как одно из мест высокой концентрации водно-болотных птиц в период сезонных миграций и линьки; место гнездования пеликанов и других редких водоплавающих и околоводных птиц, важное нерестилище, место остановок перелетных птиц на путях миграции. Здесь гнездятся савка, белоглазый нырок, кречетка, балобан, могильник, стрепет, степной лунь, степная пустельга, красавка, в конце XX в. сохранялось одно из немногих мест гнездования дрофы По Рамсарской конвенции Сарыкопа соответствует пяти критериям ВБУ международного значения: 1, 2, 3, 5 и 6 [11].

В связи с этим включение данного кластерного участка в территорию природного резервата «Алтын-Дала» имеет важное значение не только для сохранения биоразнообразия степной зоны Казахстана, но и для развития экологического туризма в данном регионе.

### Литература

1. Муравлев Г.Г. Комплексная характеристика озер Кустанайской области Сарыкопа и Жаксы-Алаколь // Труды сектора географии АН КазССР, вып.3. – Алма-Ата, 1959. – С.43-99.
2. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / Под ред. Е.И.Рачковской, Е.А.Волковой, В.Н.Храмцова. – СПб, 2003. – 424 с.
3. Перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений. Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 31 октября 2006 г. №1034. – Астана, 2006. – 9 с.
4. Корнилова В.С. Очерк истории флоры и растительности Казахстана // Растительный покров Казахстана. – Алма-Ата, 1966. – С. 37-190.
5. Карамышева З.В., Рачковская Е.И. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. – М.-Л., 1973. – 278 с.
6. Флора Сибири. – Новосибирск, 1988-1997. Тт.1-13.
7. Иващенко А.А. Тюльпаны и другие луковичные растения Казахстана. – Алматы, 2005. – 192 с.
8. Флора Казахстана. - Алма-Ата, 1956-1966. Тт.1-9.
9. Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана. – Астана, 2007. Тт. 1-3.
10. Доброхотова К.В., Ролдугин И.И., Доброхотова О.В. Водные растения. – Алма-Ата, 1982. – 192 с.
11. Птицы Казахстана / под редакцией И.А.Долгушина, М.Н.Корелова, А.Ф.Ковшаря. – Алма-Ата: Наука, 1960, т. 1 470 с.; 1962, т. 2, 779 с.; 1970, т. 3, 645 с.; 1972, т. 4, 366 с.; 1974, т. 5, 479 с.

## **ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИРРИГАЦИОННО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ С УЧЕТОМ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ**

*И.В. Орлова*

*Институт водных и экологических проблем СО РАН*

## **MAJOR APPROACHES TO EVALUATION OF AN IRRIGATION RESOURCE POTENTIAL OF THE TERRITORY WITH REGARD TO GEOECOLOGICAL LIMITING FACTORS**

*I.V. Orlova*

*Institute for Water & Environmental Problems SB RAS, ivo@iwep.ru*

*Дается определение понятия «интегральный ирригационно-ресурсный потенциал территории», изучается его структура и специфика. Рассматриваются основные подходы и методы оценки ирригационно-ресурсного потенциала территории и его структурных частей с учетом геоэкологических ограничений.*

*The paper presents a concept definition of «an integral irrigation resource potential of the territory»; the structure and specific character of such a potential are studied. Major techniques and approaches to the evaluation of the irrigation resource potential of the territory with regard to geoecological limiting factors are considered.*

В нашей стране за последние десятилетия в области ирригации (орошения) накопилось много неразрешенных экологических и социально-экономических проблем, требующих своего неотложного решения. В значительной мере это обусловлено сложной технологической организацией, мощной природопреобразующей ролью этого сложного вида природопользования, а также отсутствием цельной государственной политики и системного подхода, что особенно критично в условиях рыночной экономики.

Необходимость изучения ирригационной деятельности с системных позиций предопределяет целесообразность введения понятия «интегрального ирригационно-ресурсного потенциала территории», под которым мы понимаем всю взаимосвязанную систему природных, социально-экономических и технико-технологических ресурсов, условий и процессов, которые реально могут быть вовлечены в ирригационную деятельность с учетом геоэкологических ограничений их использования и задач достижения сбалансированного эколого-экономического развития.

Структура интегрального ирригационно-ресурсного потенциала территории может быть представлена в виде четырех взаимосвязанных блоков.

1. Водно-ирригационный потенциал (подземные и поверхностные водные ресурсы, их режим во времени и распределение по территории,

степень регулирования, качество воды с точки зрения возможности ее использования для орошения; климатические факторы естественной увлажненности территории, определяющие необходимость орошения в том или ином регионе; лимиты допустимого изъятия водных ресурсов на орошение с учетом нужд других водопользователей и экологических требований к сохранению водных экосистем).

2. Земельно-ирригационный потенциал (почвенно-земельные ресурсы, пригодные для орошения; их местоположение относительно водосточника и всего водосборного бассейна; допустимые площади и размеры орошаемых участков; экологоприемлемая структура орошаемых посевов; лимиты оросительных и поливных норм; пределы минерализации и уровня залегания грунтовых вод, засоления почвогрунтов, уклонов поверхности, развития эрозионных процессов).

3. Техничко-ирригационный потенциал (оросительная, коллекторно-дренажная и сбросная сеть каналов или закрытых трубопроводов, водозаборные, распределительные и измерительные гидросооружения, техника для полива, дороги, линии связи и электропередачи, техническое состояние, КПД, энергообеспеченность, эффективность использования воды и допустимая густота ирригационных систем, а также ресурсосберегающие технологии полива).

4. Экономико-ирригационный потенциал (трудовые ресурсы, объемы и эффективность сельскохозяйственного производства, экономико-географическое положение, поголовье скота, основные фонды, эксплуатационные затраты, рентабельность и размеры предприятий и др.).

Таким образом, ирригационно-ресурсный потенциал состоит из нескольких сложных подсистем, объективная оценка которых может быть осуществлена с помощью ряда интегральных показателей. Разработка методики оценки базируется на анализе современных научных подходов, учитывающих геоэкологические ограничения в области ирригации и их адаптацию к целям исследования.

В первую очередь, это ряд системных исследований в области изучения различных мелиоративных процессов (С.Ф. Аверьянов, И.П. Айдаров, С.Н. Baker, В.А. Барон, F.J. Heimes, В.А. Гейнц, В.В. Докучаев, В.В. Егоров, Д.М. Кац, Н.А. Кенесарин, В.А. Ковда, А.Н. Костяков, М.М. Крылов, О.К. Ланге, R.R. Luckey, D.R. Maidment, Б.С. Маслов, В.П. Панфилов, П.Я. Полубаринова-Кочина, Л.М. Рекс, И.Н. Угланов, С.И. Харченко, Б.Б. Шумаков и др.).

Кроме того, пристального внимания заслуживают направления, развивающиеся на основе следующих научных подходов: эколого-гидрологического (В.И. Бабкин, И.В. Бабкина, В.Г. Глушков, С.В. Долгов, Н.И. Коронкевич, и др.), бассейнового (В.Н. Жердев, С.И. Зотов, Л.М. Корытный и др.), энергетического (И.В. Белова, В.Р. Волобуев, Л.В. Кирейчева, Н.И. Парфенова, О.Б. Хохлова и др.); вероятностном (теория рисков и неопределенностей) (Н.П. Карпенко, Д.А. Манукьян, Н.А.

Фроленкова и др.), эколого-ландшафтном и почвенно-мелиоративном (И.П. Айдаров, А.И. Голованов, Ф.Р. Зайдельман, Б.С. Маслов и др.), а также в области разработки социально-экономических механизмов регулирования ирригационной деятельности (В.Н. Краснощеков, R.O. Hoffman и др.).

Анализ существующих научных подходов, представленных в таблице, позволил выделить несколько базовых этапов оценки интегрального ирригационно-ресурсного потенциала территории.

1. Выявление оптимальной для орошения сельскохозяйственных культур природно-хозяйственной зоны.

2. Оценка имеющихся на территории ресурсов для ирригации (водных, земельных, технико-технологических, социально-экономических).

3. Выявление допустимого объема изъятия ирригационных ресурсов с учетом геоэкологических ограничений.

4. Определение экологоприемлемого соотношения структуры орошаемых земель, их оптимально допустимой доли в площади сельскохозяйственных угодий территории; а также предельно допустимой густоты ирригационной сети и количество необходимой оросительной техники.

5. Оценка экономической эффективности использования орошаемых земель и ирригационных мероприятий.

**Таблица – Основные научные подходы к изучению интегрального ирригационно-ресурсного потенциала территории с учетом геоэкологических ограничений**

Теоретико-методологические подходы	Научные исследователи
<i>Водно-ирригационный потенциал</i>	
Гидролого-климатические основы проектирования ирригационных систем и выявление зоны хозяйственного оптимума увлажнения	А.М. Алпатыев и С.М. Алпатыев, Х.Ф. Блейни, Н.Н. Иванов, А.Н. Костяков, В.Д. Кридлл, В.С. Мезенцев, М.С. Мезенцев, О.В. Мезенцева, А.Т. Напрасников, Х.Л. Пенман, Г.Т. Селянинов, Л.Тюрк, Д.И. Шашко, М. Aucote, P. Meissner и др.
Оценка запасов и ресурсов подземных и поверхностных вод для ирригации, а также изучение их взаимосвязи	Д.И. Абрамович, И.В. Бабкина, В.А. Барон, М.В. Болгов, И.Г. Бондарик, А.В. Владимиров, Г.В. Воропаев, К.П. Воскресенский, С.Д. Исаева, В.И. Заносова, В.А. Земцов, И.В. Карнацевич, В.С. Ковалевский, А.М. Комлев, Б.И. Куделин, М.И. Львович, З.М. Магамедзагиров, А.А. Минуллина, И.В. Мустакимова, Н.Н. Рыбина, В.О. Усманов, И.А. Шикломанов, F.J. Heimes, R.R. Leahy, R.R. Luckey, G.P. Thelin, и др.

Теоретико-методологические подходы	Научные исследователи
Оценка качества оросительной воды	И.Д. Айдаров, Н.Н. Антипов-Каратаев, С.Э. Бадмаева, С.Я. Безднина, Л.Н. Горев, Б.А. Зимовец, Г.Х. Исмайылов, А.Н. Костяков, И.Н. Угланов, В.М. Федоров, W.M. Alley, R.J. Gilliom, M.E. Gurtz, C.V. Moore, и др.
Оценка экологически допустимого изъятия водных ресурсов на орошение	И.В. Бабкина, Ш.Ю. Гумбатова, В.И. Данилов-Данильян, В.Г. Дубинина, Ф.А. Иманов, В.С. Залетаев, В.С. Ковалевский, А.Г. Кочарян, Ж.В. Кузьмина, Н.М. Новикова, И.С. Шахов, A. Deniz Ozdemir, D.L. Tennant, R.E. Tharme и др.
Проблемы водопользования и гидроэкологической безопасности	Н.И. Алексеевский, А. Ревский, Н.Л. Фролова, А.П. Чечель, J.M. Van Deman, R.E. Sneed, R.S. Sowell, и др.
<i>Земельно-ирригационный потенциал</i>	
Эколого-ландшафтный подход в мелиоративных исследованиях	И.П. Айдаров, Ю.И. Винокуров, А.И. Голованов, В.А. Докин, Н.Н. Дубенок, Т.Н. Елизарова, В.А. Казанцев, Л.В. Кирейчева, В.И. Кирюшин, И.П. Кружилин, Л.А. Магаева, Ю.Н. Никольский, Н.И. Парфенова, Н.М. Решеткина, Г.А. Сенчуков, Б.Б. Шумаков, В.Н. Щедрин и др.
Разработка оптимальных экологоприемлемых оросительных и поливных норм	С.Д. Исаева, Н.А. Мосиенко, Ж.С. Мустафаев, Н.И. Парфенова, Г.А. Сенчуков, М.Г. Сенчукова; И.Н. Шабалин, В.В. Шабанов, Л.П. Яблокова, R.G. Allen, H.F. Blaney, R.D. Burman, R.M. Clawges, W.B. Criddle, M.E. Jensen, E.O. Titus и др.
Изучение пределов мелиоративной нагруженности на территорию и оптимальной структуры орошаемых земель	Г.Т. Балакай, Н.И. Балакай, В.М. Ивонин, В.Н. Краснощеков и др., Л.В. Кирейчева, И.П. Кружилин, М.И. Лопырев, Н.М. Решеткина, В.Н. Щедрин, Б.Б. Шумаков и др.
Почвенно-экологический подход к обоснованию ирригационных мероприятий, оценка почвенно-мелиоративных условий территории	С.Ф. Аверьянов, Ю.Н. Акуленко, И.Н. Антипова-Каратаева, Ф.И. Бончковский, А.И. Голованов, Ф.Р. Зайдельман, Л.И. Инишева, В.А. Ковда, Н.В. Комов, Б.С. Маслов, А.А. Перельман, Б.Б. Польшов, Т.А. Пудовкина, А.Н. Розанова, Е.В. Стругалева, И.Т. Трофимов, А.П. Щербаков, С.Н. Baker, R.O. Hoffman, K.E. Kolm и др.
<i>Технико-ирригационный потенциал</i>	
Оценка эколого-экономической эффективности гидромелиоративных систем и их реконструкции	Н.С. Быстрицкая, К.Б. Койбагарова, В.Н. Краснощеков, К.Ж. Мустафаев, Л.Ж. Мустафаева, Ю.М. Немкина и др.
Экологические требования к техническим оросительным системам, ресурсосберегающие технологии	В.И. Городничев, К.В. Губер, В.К. Губин, Б.Н. Кадыров, В.И. Ольгаренко, Г.В. Ольгаренко, А.Д. Саваренский, С.М. Тумглович, М.Ю. Храбров, Б.А. Шумаков, Е.А. Hiler, T.A. Howell и др.

Теоретико-методологические подходы	Научные исследователи
<i>Экономико-ирригационный потенциал</i>	
Оценка экономической эффективности ирригации в рыночных условиях	А.В. Исакова, В.Н. Краснощеков, Л.В. Кирейчева, Д.М. Кириллов, В.В. Кундиус, С.В. Марьин, М. Skewes и др.
Оценка социально-экономических факторов при проектировании ирригационных проектов	Г.В. Донской, Е.Б. Колбачев, А.В. Колганов, В.И. Ольгаренко, Д.Г. Ольгаренко, В.Н. Щедрин, R.O. Hoffman, T.A. Howell и др.

Особо важное значение приобретает разработка структуры базы данных, эффективный мониторинг за ирригационными системами, применение социально-экономических механизмов регулирования для целей сбалансированного использования ирригационно-ресурсного потенциала территории.

## **ЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ КАК ФАКТОР СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ**

*Е.Г. Парамонов*

*Институт водных и экологических проблем СО РАН*

## **CONSERVATION AFFORESTATION AS A FACTOR OF SOIL DEGRADATION STABILIZATION IN ALTAI KRAI**

*Ye. G. Paramonov*

*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS*

*Анализируется современное состояние защитных лесных насаждений в Алтайском крае и намечаются лесоводственные мероприятия по сохранению существующих и созданию новых лесополос для улучшения экологической обстановки в степной Кулунде.*

*In this paper the current state of shelterbelts in Altai Krai is analyzed and some forestry activities on the conservation of existed and newly created shelterbelts aimed at the improvement of the environment in steppe Kulunda are proposed.*

Анализ современного состояния и возможных сценариев развития сельскохозяйственного производства подтверждает необходимость

проведения комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению плодородия земель сельскохозяйственного назначения, а также улучшения общей экологической обстановки в степных районах края. По данным Главного управления сельского хозяйства Алтайского края из общей площади на долю земель сельскохозяйственного назначения приходится 64,7 % (10616,6 тыс. га), а в Кулундинской степи – 85,7 %.

С 1992 г. в аграрном секторе осуществляются радикальные преобразования – земельная реформа, формирование многоукладочной экономики, создание рыночных структур, что временно привело к снижению объемов производства сельскохозяйственной продукции, сокращению площади пахотных земель, прекращению работ по защитному лесоразведению, уменьшению внесения в почву органоминеральных удобрений. Усиливается процесс деградации почвенного покрова. Пашня подвергается эрозии на площади 4522 тыс. га (67 %), ежегодное снижение гумуса в 0-20 см слое почвы составляет 0,57 т/га. [1]. Дальнейшая деградация и выбытие сельскохозяйственных угодий из оборота могут привести к полной стагнации сельскохозяйственного производства.

Повышение плодородия почв является естественным условием интенсификации земледелия, а это связано с применением современных агротехнических и лесомелиоративных мероприятий в комплексе. В настоящее время назрела необходимость осуществлять освоение современных систем земледелия с проведением комплекса агрохимических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования удобрений и мелиорантов, а также осуществление лесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий.

Агролесомелиоративное обустройство земель сельскохозяйственного назначения следует рассматривать как важную государственную задачу, решение которой в комплексе с другими видами мелиорации обеспечит сохранение и восстановление почвенного плодородия, улучшение жизни сельского населения, экологической устойчивости территории в степных районах [2-3].

Лесная мелиорация способствует улучшению гидротермического режима, сокращению более чем в 4 раза поверхностного стока. Защитные лесные насаждения являются основой ландшафтного земледелия, его экологическим каркасом. Под защитой лесополос повышается средняя урожайность зерновых культур на 18-23 %, технических – на 20-26 %, кормовых – на 29-31 %. Проявление положительного эффекта лесополос начинается сказываться с 5-7-летнего возраста и до старости [4].

Более 80 лет в Алтайском крае ведутся работы по созданию защитных лесных насаждений. Ослабление внимания к степному лесоразведению в последние годы ведет к деградации сельскохозяйственных земель, т.е. к опустыниванию и этот процесс свойственен не только Алтаю, он имеет место во всей степной зоне России.

Основными факторами опустынивания – дефляция, эрозия почв и их засоление охвачено 86,1 % сельскохозяйственных земель, в том числе в агролесомелиоративных районах 1а и 1б опустыниванию подвержено практически 100 % территории, а в районе 2а – около 70 %.

Наиболее важным аспектом при определении последствий опустынивания является оценка снижения продуктивности земель, затронутых деградацией, что особенно ярко проявляется при сопоставлении усредненных показателей по урожайности. Так средняя урожайность зерновых в 1985-1989 гг. в Алтайском крае составляла 12,9 ц/га, в течение 1990-1994 гг. – 8,9, а за период 1995-1999 гг. – 7,7 ц/га [5].

Снижение эффективного влияния защитных лесных насаждений на прилегающие пространства происходит под влиянием природных и антропогенных факторов [6]. Если к первым относятся недостаток атмосферных осадков, глубина залегания грунтовых вод и старение деревьев, то к антропогенному фактору – степные пожары, самовольные рубки, нерегулируемый выпас скота.

В результате полезащитные лесные полосы становятся или непродуваемой конструкции, или с малым количеством деревьев. В итоге такие полосы не способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур и создают ряд неудобств во время весенних полевых работ по причине более длительного таяния сугробов снега вблизи самой полосы.

Современное состояние защитных лесных насаждений в крае оценивается как катастрофическое. В результате их инвентаризации в 2011 году выявлено 79,4 тыс. га лесополос различного функционального назначения и жизненного состояния. По возрасту полосы распределяются следующим образом: до 20 лет – 158,5 га (0,3 %), от 21 до 30 – 1618,9 га (2,2 %), от 31 до 40 – 28713,2 га (39,9 %), и старше 41 года – 41517,1 га (57,6 %), то есть удельный вес лесополос старше 30 лет составляет 97,5 %.

Основная масса лесополос выполняет почвозащитную функцию – 90,7 %, противозерозионную – 3,0 % и придорожные по защите путей транспорта – 4,7. Преобладают лесополосы тополевые – 46,8 % площади и березовые – 32,9 %, полосы из клена ясенелистного – 10,8 % и из прочих пород деревьев и кустарников – 9,5 % (табл. 1).

В связи с различной возрастной структурой, природным и антропогенным влиянием, сохранность деревьев в лесополосах оказывается совершенно различной. Полосы с сохранностью до 30 % занимают 34,6 % площади, от 31 до 5 % – 24,2 % , от 51 % и выше – 41,2 % площади, то есть лесополосы на площади 24,9 тыс. га из-за низкой сохранности в них деревьев прекратили оказывать влияние на прилегающие поля.

**Таблица 1 – Общая характеристика защитных лесных насаждений в крае**

Агролесо-мелиоративный район	ЗЛН, всего, тыс. га	В том числе:				Породный состав			
		полезащит.	прот. эроз.	придор.	прочие	береза	тополь	клен	прочие
Сухая степь	24,0	21999,8	731,4	860,8	399,7	9356,5	5486,9	3826,0	3333,3
	100,0	91,7	2,9	3,7	1,7	42,7	25,0	17,3	15,0
Засушливая степь	26,9	24502,5	998,7	819,5	530,8	8410,5	10407,6	2764,7	2919,7
	100,0	91,3	3,7	3,0	2,0	34,3	42,5	11,3	11,5
Левобережн. лесостепь	17,8	16539,6	319,2	809,4	167,1	5212,6	10069,8	900,7	350,9
	100,0	92,7	1,6	4,5	1,2	31,5	6+1,2	5,4	0,9
Правобережн. лесостепь	7,3	6333,5	354,7	598,2	37,9	367,2	5688,8	146,3	132,1
	100,0	86,5	4,8	8,2	0,5	5,8	89,8	2,3	2,1
Предгорная степь	3,4	2632,2	31,4	647,2	40,2	307,0	2092,0	160,6	73,0
	100,0	79,2	0,9	18,7	1,2	11,3	80,2	6,1	2,4
Итого	79,4	72007,7	2435,4	3735,1	1175,7	23653,8	33745,1	7795,3	6809,0
	100,0	90,7	3,0	4,7	1,6	32,9	46,8	10,8	9,5

*Примечание: числитель – тыс. га, знаменатель – %.*

В настоящее время 1 га полезащитных лесных полос оказывает влияние на 42,6 га пахотных угодий в сухой степи, на 66,4 – в засушливой, на 113,8 – в левобережной лесостепи, а в среднем по краю на 88,8 га. При непринятии мер по реанимации защитного лесоразведения в крае в течение ближайших 10 лет по природным и антропогенным причинам погибнет около 25,0 тыс. га лесополос и в среднем по краю 1 га их будет «защищать» 136,0 га пашни.

Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения, занятых защитными лесными насаждениями равна 79,4 тыс. га, что составляет 0,75 % от площади сельхозугодий и 1,2 % от общей площади Алтайского края.

Основной древесной породой в сухой степи является береза повислая, ею занято 42,7 % площади ЗЛН, в засушливой степи – тополь бальзамический – 42,5 % площади, в левобережной и правобережной лесостепи удельный вес этих основных древесных пород несколько выравнивается.

Созданные на площади 7,8 тыс. га лесные полосы с главной породой кленом ясенелистным со временем превратились в непроходимые непродуваемые насаждения и стали ощутимой помехой при проведении сельхозработ. Не меньшую тревогу вызывают лесополосы, в которых под пологом основных пород поселился клен ясенелистный. Они стали непродуваемыми. Таких полос учтено 9,0 тыс. га.

Причинами гибели лесополос являются как биологические, так и антропогенные вмешательства. Биологические связаны с несоответствием условий окружающей среды биологическим потребностям древесной

породы, что выражается в снижении продолжительности их жизненного цикла (табл. 2). Но на полосы существенное влияние оказывают и антропогенные воздействия (повреждение огнем от сельхозпалов, самовольная рубка, пастьба скота).

В ближайшее 10-летие насаждения в возрасте более 40 лет (а их более 41,5 тыс. га) практически погибнут, и площадь полос сократится до 50,0 тыс.га. Это означает снижение влияния лесополос на межполосные пространства с 82 га до 130 га пашни. К 2025 году площадь лесных полос в крае сократится до 30-35 тыс. га, и их влияние будет незначительным. Степь становится незащищенной со всеми вытекающими негативными последствиями: пыльные бури, снижение плодородия почвы, сокращение численности населения и существенное опустынивание территории.

**Таблица 2 – Характеристика полезащитных лесных насаждений**

Агроресоме- лиоративный район	Пло- щадь, тыс. га	Сохранность деревьев, %					Возраст, лет		
		менее 10	11-30	31-50	51-70	71 и выше	21-30	31-40	41 и более
Сухая степь	22,0	1825,3	6011,1	5807,9	4170,0	1185,6	232,0	8561,6	13206,1
	100,0	21,8	27,3	26,4	19,1	5,4	0,9	39,1	60,0
Засушливая степь	24,5	5708,7	4667,1	6053,9	5677,6	2435,2	350,9	10120,2	14031,4
	100,0	23,3	19,0	24,7	23,2	9,8	1,4	41,3	57,3
Левобережн. лесостепь	16,5	237,9	1985,6	3932,5	7242,5	3141,0	607,9	5716,7	10215,0
	100,0	1,4	12,0	23,8	43,8	19,0	3,7	34,6	61,7
Правобережн лесостепь	6,3	190,8	607,0	1183,9	2910,5	1441,0	308,9	2791,7	3232,9
	100,0	11,7	14,0	17,5	29,9	26,9	10,4	58,3	31,3
Предгорная степь	2,7	306,6	367,1	482,7	777,8	700,3	269,9	1508,6	811,4
	100,0	11,7	14,0	17,5	29,9	26,9	10,4	58,3	31,3
Итого	72,0	11269,3	13637,9	17420,9	20778,4	8903,1	1777,4	28713,2	41517,1
	100,0	15,7	18,9	24,2	28,9	12,3	2,5	39,9	57,6

*Примечание: числитель – тыс. га, знаменатель – %.*

Не оправдывают себя ранее предложенные рекомендации по пространственному расположению защитных лесных насаждений и, особенно, полезащитных полос. Межполосные пространства между основными полосами должны быть в лесостепной зоне до 400 м, в степной – до 300 и сухостепной – до 200 м. Причем, совершенно не обязательно, чтобы полосы были многорядные.

Оптимально под защитой 1 га лесной полосы в сухой степи должно быть 25-30 га пашни, в засушливой – 35-40 га, в лесостепи – до 60 га. Согласно экспертных расчетов в зоне сухой степи защиту почв можно обеспечить имея 31-33 тыс. га лесополос, в засушливой степи – 40-42 тыс. га, в лесостепи и предгорной степи – 70-73 тыс. га, т.е. для стабилизации

процесса деградации почв в крае должно постоянно функционировать 140-150 тыс. га полезачитных лесных полос.

Защитные насаждения нуждаются в регулярном уходе, и только тогда они эффективно выполняют мелиоративные функции. Опыт показывает, что не подвергаются усыханию насаждения, в которых проводился регулярный уход, особенно в полезачитных узких полосах [2].

Уход за насаждениями должен предусматривать своевременное возобновление древостоев или семенным или вегетативным путем. Это позволяет неограниченно длительное время использовать лесополосы на одном месте. К примеру, березовые лесополосы могут возобновляться порослью от пня. Наиболее интенсивно эта способность проявляется в возрасте 15-25 лет и продолжается до 40-45. Своевременное регулярное проведение рубок ухода и уборка ослабленных деревьев березы позволяет вызывать порослевое возобновление и тем самым стимулировать омоложение лесополосы.

Всего в Алтайском крае погибшие насаждения занимают 10,5 тыс. га, или 14,2 % от площади имеющихся лесополос различного назначения. Причем удельный вес погибших по агролесомелиоративным районам резко отличен, и это всецело связано не только с природными условиями, но и с антропогенным влиянием. Если в районе 1а площадь таких насаждений достигает 5,5 тыс. га (27,7 %), то в районе 2а – 5,2 %, или 1,1 тыс. га. В правобережном и предгорном районах их удельный вес несколько возрастает в связи с антропогенным и зоогенным влиянием.

Если сравнить по районам гибель березовых и тополевых лесополос, то окажется, что среди первых наибольший удельный вес имеет место в районе 1а – 26,5 %, а с продвижением в северном направлении их доля снижается: до 0 % – в районе 2б. В отношении тополевых полос следует отметить, что их гибель в районе 1а составляет 33,7 % с последующим снижением до 4,6 % в районе 2а. Наиболее жизнеспособными и имеющими лучшие показатели по сохранности деревьев (свыше 51 %) оказываются во всех агролесомелиоративных районах защитные лесные насаждения из березы повислой.

В связи с тем, что даже самые минимальные объемы по реконструкции защитных лесных насаждений в крае оказываются довольно значительными, необходимо обратить особое внимание на агролесомелиоративные районы 1а и 1б как на районы, в наибольшей степени оказавшимися под влиянием процесса опустынивания (табл. 3). С другой стороны, в районах 2а, 2б и 3 с выполнением намеченных объемов реконструкции защитных лесных насаждений можно подождать или выполнять те виды уходов, которые окажут положительное влияние немедленно – обрезка сучьев, вырубка клена ясенелистного.

**Таблица 3 – Оптимальные объемы защитных лесных насаждений в Алтайском крае, тыс. га**

Район	Площадь пашни, тыс га	Под защитой 1га лесополосы, га		Оптимальная. площадь лесополос, тыс га	Недостает площади лесополос с учетом замены погибающих
		фактически	оптимально		
1 а	958,7	48,4	25,0	38,3	22,0
1 б	1567,6	60,5	30,0	47,5	25,6
2 а	2006,2	103,4	40,0	50,2	32,5
2 б	1250,1	195,3	50,0	25,0	19,3
3	659,4	235,5	50,0	13,2	10,5
<b>Итого</b>	<b>6442,0</b>	<b>86,7</b>	<b>38,3</b>	<b>174,2</b>	<b>109,9</b>

Таким образом, среди различных мероприятий по борьбе с опустыниванием основное место занимает лесная мелиорация, капитальные вложения в которую имеют наибольшую эффективность за счет долголетнего действия лесополос. К настоящему времени в крае сохранилось около 74 тыс. га защитных лесных насаждений различного назначения, что составляет третью часть от оптимальной величины. Деграция лесополос продолжается в усиленном режиме как по причинам природного, так и антропогенного характера. Анализ показывает, что в ближайшие 10-12 лет площадь защитных лесных насаждений сократится на 20-25 % и особенно в сильной степени – в сухой степи. Снижение площади лесополос различного назначения приведет к усилению процесса деградации почв и снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Принятие Программы по усилению агролесомелиоративных работ в Алтайском крае позволит не только сохранить существующие площади защитных лесных насаждений, но и увеличить их за счет вновь создаваемых. Только система защитных лесных насаждений совместно с комплексом агротехнических мероприятий позволит стабилизировать процесс опустынивания в степной части края.

### **Литература**

1. Бурлакова Л.М. Актуальные проблемы охраны почв в Алтайском крае // Проблемы экологии и рационального природопользования. – Барнаул, 1989. – С. 145-146.
2. Долгилович М.И. Защитные лесные насаждения в Западной Сибири // Агролесомелиорация в Западной Сибири. – Новосибирск, 1982. – С. 3-11.
3. Симоненко А.П., Парамонов Е.Г., Ишутин Я.Н., Симоненко Т.И. Лесоразведение на Алтае. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2003. – 240 с.

4. Кулик К.Н., Степанов А.М. Защитное лесоразведение в Российской Федерации – фактор повышения продуктивности агроландшафтов // Кулундинская степь: прошлое, настоящее, будущее. – Барнаул, 2003. – С. 56-62.
5. Субрегиональная национальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБо) для Западной Сибири. – Волгоград, 2000. – 234 с.
6. Митрюшкин К.П., Павловский Е.С. Лес и поле. – М.: Колос, 1979. – 280 с.

## **АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

*Н.Б. Попова, Н.Л. Ряполова*

*Сибирский государственный университет путей сообщения*

## **ANALYSES AND ESTIMATION OF WATER-ECOLOGICAL SITUATION ON THE WESTERN SIBERIAN SOUTH**

*N.B. Popova, N.L. Ryapolova*

*Siberian Transport University,*

*Pnb1512@yandex.ru*

*Воздействию хозяйственной деятельности подвержены все компоненты окружающей природной среды. В задачу входит оценка основных экологических параметров водных объектов юга Западной Сибири с позиций их формирования и современного использования. Методика оценки эколого-географических условий природопользования позволяет определить пределы техногенной нагрузки на этот элемент ландшафта.*

*Economic activity has influence on all components of natural environments. The estimation of assimilative capacity of water body of the Western Siberia rivers is needed to be done. The ecological method of approach permits to estimate limits of technogenic load on water resources in order to norm of the water-resources impressment in nature management.*

Особенность гидрографической сети Западно-Сибирской равнины состоит в том, что с одной стороны, гидрологические условия, являясь компонентом природных условий, формируют природно-ресурсный потенциал региона, с другой – водные объекты являются фактором, обуславливающим хозяйственную деятельность в регионе. Общность этих двух данностей гидрологической компоненты территории обусловлена постоянной пополняемостью этого вида природного капитала и возможностью вовлечения в сложный и многогранный процесс природопользования. Поэтому анализ и оценка водных ресурсов с позиций

соизмерения природного и техногенного потенциалов региона имеет большое научное и практическое значение для использования не только водных, но и других ресурсов региона. Сравнительная оценка водных ресурсов территорий, входящих в Западную Сибирь, приведена в таблице.

**Таблица – Водные ресурсы Западной Сибири**

Субъект Федерации (область, край, республика)	Водные ресурсы, км <sup>3</sup> /год	Население на 1.01.2011г., тыс.чел	Водообеспеченность, тыс.м <sup>3</sup> /чел
Курганская	3,5	911	3,842
Свердловская	30,2	4298	7,027
Тюменская, включая ХМАО и ЯНАО	583,7	3395	171,929
Челябинская	7,4	3479	2,127
Республика Алтай	34,0	206	165,049
Алтайский край	55,1	2419	22,778
Кемеровская	40,3	2762	14,605
Новосибирская	64,3	2666	24,119
Омская	41,3	1977	20,890
Томская	182,3	1046	174,283

Как показывают расчёты, водообеспеченность территорий Западной Сибири, сформированная за счёт ресурсов местного стока, в среднем составляет 55,15 тыс. м<sup>3</sup>. При этом показатели Томской области, республики Алтай и Тюменской области с округами превышают это значение более, чем в 3 раза. Показатели водообеспеченности Новосибирской, Омской областей и Алтайского края составляют примерно 38-44% от среднерегионального значения, Челябинской области составляет 4%, Курганской – 7% и Свердловской – 12% от этого показателя.

Местный сток, безусловно, не единственный «водообеспечивающий» фактор. Внешний приток, а также воды озёр и подземные воды в совокупности создают водно-ресурсный потенциал территорий региона. Вместе с тем, в работах В.С. Мезенцева и И.В. Карнацевича [1], Г.В. Белоненко [2], отмечается, что по Западной Сибири в среднем уровень водообеспеченности почти на 60% сформирован ресурсами местного стока. Если учесть, что уровень водообеспеченности в целом зависит от комплекса природных условий, ведущими в которых являются гидролого-климатические, то становится очевидной степень участия увлажнения и теплообеспеченности в формировании водно-экологической обстановки в Западной Сибири.

В Свердловской области и Алтайском крае доля местного стока в водообеспеченности составляет более 80% и в меньшей степени может быть подвержена зависимости от внешнего притока в маловодные годы при недостатке увлажнения и избытке тепла. В Омской и Новосибирской областях (лесостепные, а потому и интенсивно освоенные)

водообеспеченность местными ресурсами стока не превышает 15-20%. Это означает, что в маловодные годы они однозначно будут испытывать напряжённую водно-экологическую обстановку.

Критерием для оценки большей или меньшей напряжённости водно-экологической обстановки следует принять экологический потенциал, или экологическая ёмкость [3]. Он для любой территории определяется суммой экологических ёмкостей трёх основных компонентов окружающей среды: воздушного, водного бассейнов и фитомассы исследуемой территории.

Аналитически экологическая ёмкость каждого исследуемого компонента среды ( $E_i$ ) численно равна произведению трёх величин – площади или объёма среды концентрации экологически значимых элементов в этой среде и скорости обновления массы или объёма рассматриваемой среды. Для поверхностных вод суши экологически значимым компонентом является вода ( $c_2 = 10^9 \text{ м/км}^3$ ), а скорость кратного обновления заданного объёма равна:

$$f_2 = (W_3 + W_4)/W_2, \quad (1)$$

где  $W_3$  – объём воды на входе рассматриваемого участка,  $\text{км}^3$ ;  $W_4$  – объём местного стока,  $\text{км}^3$ ;  $W_2$  – среднегодовой объём воды в поверхностных водотоках и водоёмах территории,  $\text{км}^3$ .

Установлено, что исследование закономерностей пространственно-временной изменчивости экологической ёмкости (и её составляющих) целесообразно выполнять с использованием удельных значений каждой из названных экологических ёмкостей ( $e_i$ ), численно равных величине экологической ёмкости участка суши площадью один квадратный километр ( $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$ ).

Экологический потенциал поверхностных вод суши складывается за счёт их динамической части, сформированной на рассматриваемой территории ( $W_3$ ) и поступившей с сопредельной территории ( $W_4$ ), и равен:

$$E_2 = W_2 * 10^9 * (W_3 + W_4) / W_2, \text{ м/год} \quad (2)$$

Переход к удельной экологической ёмкости поверхностных вод суши ( $e_2$ ) осуществляется путём деления обеих частей равенства на площадь территории ( $S$ ,  $\text{км}^2$ ):

$$e_2 = E_2/S = (Y + Y_T) * 10^3, \text{ м/(\text{км}^2 * \text{год})}, \quad (3)$$

где  $Y_M$  – слой местного стока за год, мм;  $Y_T$  – слой транзитного стока, равный:

$$Y_T = 10^6 * W_4/S, \text{ мм}. \quad (4)$$

Таким образом, удельная экологическая ёмкость поверхностных вод территории равна сумме удельных величин «местной» и «транзитной» экологических ёмкостей. Значения местного стока и «местной» удельной экологической ёмкости поверхностных вод за средний год и в ряду

конкретных лет были найдены в результате анализа материалов водного кадастра с помощью изолинейных карт слоя стока, а также соответствующих гидрологических расчётов.

В частности, удельная экологическая ёмкость поверхностных вод рассматриваемой территории определялась по территориям бассейнов рек юга Западной Сибири, при этом не учитывалась транзитная составляющая стока, т.к. транзитный сток для бассейнов этих рек может быть учтён только при переброске стока. В результате гидрологических расчётов была определена изменчивость местного стока, со значениями которой связана изменчивость во времени удельного экологического потенциала водных ресурсов.

Отметим также, что значения удельного экологического потенциала (удельной экологической ёмкости) характерны разным природным зонам и комплексам, и численно равны величине экологического потенциала, приходящегося на единицу площади,  $\text{т/км}^2 \cdot \text{год}$ .

Расчёты удельной экологической ёмкости поверхностных вод для рек юга Западной Сибири позволили выявить закономерности в распределении удельной экологической ёмкости по данной территории. Значения удельной экологической ёмкости возрастают с юга на север, одновременно имеют тенденцию роста с запада на восток. Максимальный удельный экологический потенциал имеют бассейны таких рек, как Томь – 68 тыс.  $\text{т/(\text{км}^2 \cdot \text{год})}$ , Кеть – 22 тыс.  $\text{т/(\text{км}^2 \cdot \text{год})}$ , Васюган – 17 тыс.  $\text{т/(\text{км}^2 \cdot \text{год})}$ , минимальный удельный экологический потенциал у рек Тартас – 2 тыс.  $\text{т/(\text{км}^2 \cdot \text{год})}$ , Омь – 4,8  $\text{т/(\text{км}^2 \cdot \text{год})}$ .

Таким образом, экологическая ёмкость поверхностных вод территории позволяет оценить сложившиеся эколого-географические условия природопользования, а также предположить их состояние при хозяйственном развитии в перспективе [4].

### **Литература**

1. Белоненко Г.В. Воднобалансовые расчёты неизученных бассейнов малых рек: учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмСХИ, 1985. – 71с.
2. Мезенцев В.С., Карнацевич И.В. Увлажненность Западно-Сибирской равнины. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 168с.
3. Попова Н.Б. Эколого-географические условия природопользования в зоне влияния Транссибирской магистрали (Западная Сибирь). – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2001. – 182 с.
4. Белоненко Г.В., Попова Н.Б., Тусупбеков Ж.А. Эколого-географические условия транспортного освоения Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2012. – 279 с.

# **ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЙМЫ И ВОДЫ РЕКИ ЕНИСЕЙ**

*В.Ф. Рапута*

*Институт вычислительной математики и математической геофизики  
СО РАН*

## **NUMERICAL ANALYSIS OF OBSERVATIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION OF YENISEI RIVER WATER AND FLOODPLAIN**

*V.F. Raputa*

*Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS*

*На основе постановок обратных задач переноса речных взвесей проводится анализ данных экспедиционных исследований 1991 г. загрязнения воды. В качестве базового соотношения используется закон радиоактивного распада. Оценка параметров моделей выполнена по двум оптимально выбранным створам. Полученные оценки позволяют восстанавливать непрерывную картину загрязнения воды.*

*On the basis of statements of inverse problems of river sediment transport analyzes the field research data in 1991 of water pollution. As a basic ratio the law of radioactive decay is used. Evaluation of model parameters is made on two optimally chosen target. The obtained estimates allow to restore the continuous picture of water pollution.*

При обработке и интерпретации результатов экспериментальных исследований радиоактивного загрязнения рек методами постановок прямых и обратных задач по переносу примеси могут возникнуть значительные затруднения, связанные с неадекватностью используемых математических моделей с имеющимися данными наблюдений. При прямом моделировании переноса радионуклидов в речном русле необходимо задание большого числа гидрологических параметров, характеристик распределения нуклидов в системах «вода-взвесь» и «вода – донные отложения» и т. д., что в конечном итоге значительно сужает область применимости этих моделей несмотря на их достаточно универсальный характер [1]. При использовании постановок обратных задач нежелательно слишком детальное описание процессов миграции радионуклидов, поскольку это может привести к большим трудностям их обоснования и численной реализации.

### *1. Постановка обратной задачи*

Пусть концентрация вещества, поступающего в реку со стоком, изменяется в результате действия факторов: рассеивания, адвекции и

распада. Процесс распространения опишем следующим дифференциальным уравнением второго порядка [2]:

$$\frac{d}{dx} \left( Qc - EA \frac{dc}{dx} \right) + \lambda Ac - f(x) = 0, \quad (1)$$

где  $x$  – продольная координата вдоль русла реки;  $Q$  – расход воды;  $E$  – коэффициент продольной дисперсии;  $A$  – площадь поперечного сечения потока;  $\lambda$  – константа скорости радиоактивного распада;  $f(x)$  – источник, характеризующий поступление примеси в реку с дополнительными условиями

$$c \Big|_{x=x_0} = 0, \quad c \rightarrow 0 \quad \text{при} \quad x \rightarrow \infty \quad (2)$$

Введем обозначение:

$$\phi = Ac. \quad (3)$$

Тогда, учитывая, что  $Q = uA$ , из (1) получим:

$$E \frac{d^2 \phi}{dx^2} - \left( u + \frac{EA'}{A} \right) \frac{d\phi}{dx} - \left\{ \lambda + u' + E \left( \frac{A'}{A} \right)' \right\} \phi + f(x) = 0, \quad (4)$$

где  $u$  – средняя скорость переноса радионуклида.

В случае, когда  $A(x)$  слабо зависит от  $x$ , ( $A'(x) \approx 0$ ),  $u$  и  $E$  – постоянные, из (4) вытекает следующая задача:

$$\frac{d^2 \phi}{dx^2} + a \frac{d\phi}{dx} + b\phi = g(x), \quad (5)$$

$$\phi \Big|_{x=x_0} = 0, \quad \phi \Big|_{x \rightarrow \infty} \rightarrow 0, \quad (6)$$

где  $a = -\frac{u}{E}$ ,  $b = -\frac{\lambda}{E}$ ,  $g(x) = -\frac{f(x)}{E}$ .

Так как в данном случае  $a^2 > 4b$ , то решение задачи (5)-(6) можно представить в виде:

$$\phi(x, \bar{\theta}) = \theta_1 \int_{x_0}^x g(\xi) e^{\theta_2(x-\xi)} d\xi, \quad (7)$$

где  $\theta_1 = \frac{2}{E\sqrt{a^2 - 4b}}$ ,  $\theta_2 = \frac{-a - \sqrt{a^2 - 4b}}{2}$ .

Из анализа зависимости (7) вытекает, что для оценивания вектора параметров  $\bar{\theta}$  и  $\phi(x, \bar{\theta})$  необходимо проведение измерений концентрации примеси не менее, чем на двух створах реки. В случае, когда функция  $f(x)$

описывает точечный источник примеси мощности  $M$ , т.е.  $f(x) = M\delta(x)$ , из (7) получим:

$$\phi(x, \vec{\theta}) = M\theta_1 \cdot e^{\theta_2 x}. \quad (8)$$

Учитывая соотношения (2), (8), приходим к следующей регрессионной зависимости для концентрации примеси:

$$c(x, \vec{\theta}) = \frac{\theta'_1}{A(x)} \cdot e^{\theta_2 x}, \quad (9)$$

где  $\theta'_1 = M\theta_1$ .

Оценки параметров  $\theta_1$  и  $\theta_2$  можно получить, используя данные измерений концентрации радионуклидов на различных створах, например, методом наименьших квадратов [3].

## *2. Восстановление загрязнения р. Енисей по данным наблюдений*

Для изучения радиационной обстановки Енисея от Красноярска до пос. Бор в августе 1991 г. были проведены экспедиционные исследования загрязнения воды, рыбы, донных отложений, поймы [4]. Всего было обследовано более 20 створов. На основе постановок обратных задач переноса примеси проводится анализ полученных экспериментальных данных загрязнения воды. В качестве базового соотношения используется регрессионная зависимость (9).

На рисунке представлены результаты восстановления загрязнения воды по двум опорным створам, которые обозначены светлыми кружочками. Данные наблюдений для других створов помечены темными кружками и могут быть использованы для контроля точности восстановления. Анализ рисунка показывает, что в определенных интервалах расстояний соответствие расчетов наблюдениям вполне удовлетворительное. Наилучшее соответствие получено для короткоживущих радионуклидов  $^{24}\text{Na}$ ,  $^{76}\text{As}$ ,  $^{239}\text{Np}$ . Расхождения расчетов с наблюдениями (меньше 100 км от места сброса) обусловлено недостаточной равномерностью распределения нуклида по сечению реки.

Основанные на постановках обратных задач переноса примеси модели радиоактивного загрязнения воды дают возможность вполне адекватного восстановления непрерывной картины распространения радионуклидов по наблюдениям на ограниченном числе створов. Получены также оценки средней скорости распространения короткоживущих нуклидов  $^{24}\text{Na}$ ,  $^{76}\text{As}$ ,  $^{239}\text{Np}$  по течению реки. Численно построены локально оптимальные схемы распределения створов для измерений концентраций в воде различных радионуклидов.

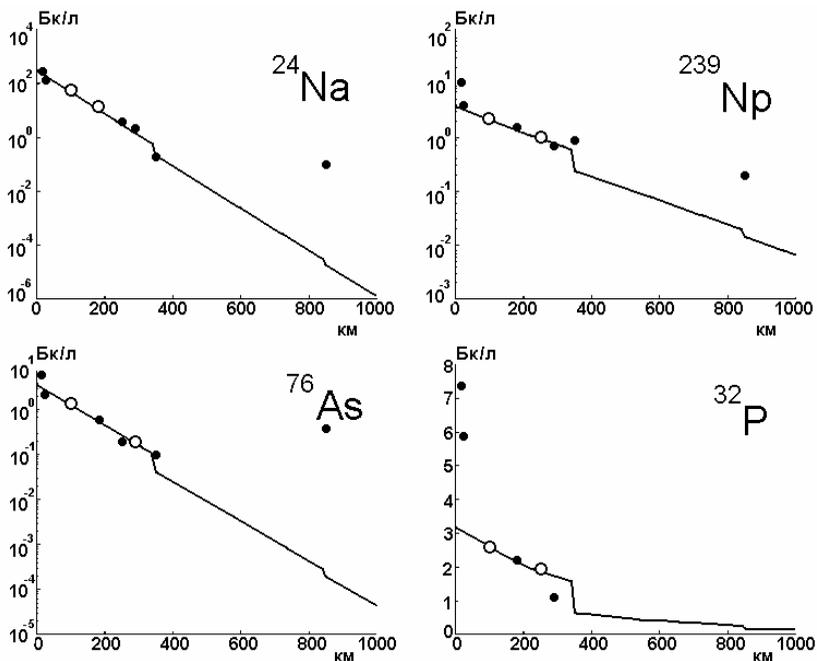


Рис. Измеренная на створах и восстановленная (–) по зависимости (9) концентрация радионуклидов в воде Енисея (с учётом взвеси). ○ и ● – данные наблюдений в опорных и контрольных створах

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН, проект 4.9-3.*

### Литература

1. Новицкий М.А. Модель долгосрочного переноса радионуклидов в речном русле // Метеорология и гидрология. – 1993. – № 1. – С. 80-83.
2. Математические модели контроля загрязнения воды / Под ред. Джеймса А. – М.: Мир, 1981.
3. Федоров В.В., Успенский А.Б. Вычислительные аспекты метода наименьших квадратов при анализе и планировании регрессионных экспериментов. – М., Изд-во МГУ, 1975.
4. Носов А.В., Ашанин М.В., Иванов А.Б., Мартынова А.М. Радиоактивное загрязнение р. Енисей, обусловленное сбросами Красноярского горно-химического комбината // Атомная энергия. – 1993. – Т. 72. – Вып. 2. – С. 144-150.

## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ПРИГОРОДНОГО РАЙОНА: ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)**

*А.Р. Рахматуллина*

*Башкирский государственный педагогический университет им.*

*М.Акмиллы,*

## **GEOECOLOGICAL ASSESSMENT AREA SUBURBAN DISTRICT: GENERAL PRINCIPLES AND INFORMATIONAL SUPPORT (FOR EXAMPLE UFA DISTRICT OF REPUBLIC BASHKORTOSTAN)**

*A.R. Rakhmatullina*

*Bashkir State Pedagogical University it. M.Akmulla, aminkaegf@mail ru*

*Определены общие особенности геоэкологической оценки Уфимского пригородного района, указаны недостатки имеющихся документов (проект пригородной зоны Уфы, схема территориального планирования, туристский паспорт). Сформулированы основные черты геоэкологической ситуации в пределах района, дана оценка его геоэкологических проблем методом SWOT-анализа.*

*Research of geoecological features of suburban areas in Russia exists a long time, but requires further. Ufa district – one of the uncertainties in this area ranges. In this article the general features of geoecological evaluation suburban area, indicated on the limitations of existing documents Ufa district (project suburban area in Ufa, the scheme of territorial planning, tourism passport). The basic features of the geoecological situation in Ufa district assesses its geoecological problems by the SWOT-analysis.*

Пригородная территория сочетает особенности сельской местности и города, что делает ее особо значимой для человека, а также усложняет все виды оценки. Одной из основных оценок территории является геоэкологическая, т.к. она учитывает и природные, и общественные черты района исследования. Геоэкологическая оценка пригородного района должна учитывать близость города, перспективы развития территории (в т.ч. в связи с генеральным планом города), что делает ее вероятностной, связывает с географическим прогнозированием, усложняет информационное обеспечение.

Основные особенности геоэкологической оценки пригородного района:

– необходимость учета больших масштабов внешних влияний, в первую очередь со стороны близлежащего крупного города;

- разнообразие природных комплексов благодаря частому расположению больших городов на стыке ландшафтов;
- большая насыщенность территории исследования разнообразными антропогенными объектами, имеющими большое значение для геоэкологической ситуации (как со знаком плюс, так и негативно влияющих);
- высокий уровень значимости оценки территории пригородного района не только собственно для него, но и для его соседей, в первую очередь для близлежащего крупного города;
- значительные масштабы геоэкологических процессов, происходящих на территории, высокая их скорость, значительное разнообразие, разнонаправленность.

В России есть немалый опыт геоэкологического исследования пригородных районов, часто в составе урбанизированных территорий: в числе городов нашей страны, у которых прилегающие административные районы неоднократно становились объектами научного исследования по геоэкологии, можно назвать Астрахань, Барнаул, Белгород, Воронеж, Иркутск, Липецк, Томск и др. Достаточно давно изучаются и отдельные экологические особенности Уфимского района, но это в основном отраслевые работы по некоторым аспектам, связанным с аграрными, лесными, водными, рекреационными и некоторыми другими видами природопользования. В то же время необходим учет взаимодействия разных субъектов, осуществляющих освоение природных ресурсов на территории пригородного района, изучение возможности одновременного решения нескольких задач по удовлетворению потребностей человека, и при необходимости выработка рекомендаций по изменению целевого использования тех или иных участков района.

Попытки такого общего взгляда можно проследить на примере ряда прикладных разработок: туристского паспорта Уфимского района [1], схемы территориального планирования района [2], проекта пригородной зоны г.Уфа [3]. Даже наиболее полная из этих разработок – схема территориального планирования – отличается недостаточно полным охватом необходимых аспектов, и прежде всего взаимодействия с соседними территориями (особенно с г.Уфа). Еще в большей мере это можно сказать о двух других документах. Проект пригородной зоны Уфы содержит информацию в разрезе административных районов, что явно недостаточно подробно для такого охвата территории (видимо, логичнее было бы брать за основу сельсоветы). Туристский паспорт района практически не содержит обоснования (в т.ч. геоэкологического) того или иного варианта туристского использования территории.

Большое значение для Уфимского района имеет, во-первых, соседство с одним из крупнейших городов России, входящее в состав его агломерации. Во-вторых, существуют многочисленные каналы для осуществления влияния других соседних территорий, прежде всего это реки. Белая и ее притоки (Уфа и Дёма, а также и несколько водотоков меньшего

размера) собирают воду с больших пространств, что оказывает большое влияние на территорию Уфимского района через потоки различных химических веществ и энергии, перемещения животных и растений. В-третьих, в числе крупных природопользователей района находятся не только обычные в таких случаях сельскохозяйственные, лесохозяйственные, рекреационные и транспортные структуры, но и предприятия, занимающиеся добычей полезных ископаемых (нефть, подземные воды, строительное сырье), достаточно крупные обрабатывающие производства.

Из различных способов оценки геоэкологической ситуации, анализа проблем природопользования на данном этапе исследования мы избрали SWOT-анализ, относительно нетрудоемкий и не требующий больших массивов информации. Основные результаты его представлены в таблице.

SWOT-анализ геоэкологических проблем и предпосылок эффективного природопользования в Уфимском районе Республики Башкортостан [4]

Сильные стороны	Слабые стороны
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выгодное географическое положение (центральная часть региона, близость к Уфе).</li> <li>2. Хорошая обеспеченность транспортными путями и другими элементами инфраструктуры.</li> <li>3. Относительное разнообразие природных (геоморфологических, почвенных и др.) условий.</li> <li>4. Высокое плодородие почв в левобережной части.</li> <li>5. Рекреационная привлекательность (минеральные воды, охраняемые территории, достопримечательности).</li> <li>6. Значительные трудовые ресурсы, в т.ч. относительно высокой квалификации</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Недостаточно разработанная политика муниципальной власти в области землепользования, зависимость от Уфимского горсовета.</li> <li>2. Незавершенность работ по разграничению форм собственности на землю и кадастровой оценке земель, нехватка открытой информации по этим вопросам.</li> <li>3. Потери естественного плодородия почв на правобережье р.Белая.</li> <li>4. Наличие значительных площадей с существенным негативным влиянием карста и наводнений.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Решение вопросов землепользования в связке с г.Уфа.</li> <li>2. Благоприятные природно-климатические и социально-экономические предпосылки для интенсивного разнообразного землепользования.</li> <li>3. Развитие новых направлений землепользования.</li> <li>4. Совершенствование системы регулирования землепользования на муниципальном уровне.</li> <li>5. Создание открытых информационных банков данных по землепользованию.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нехватка землеустроителей, геоэкологов, менеджеров в сфере землепользования.</li> <li>2. Растущий разрыв между декларациями о намерениях и фактическим землепользованием.</li> <li>3. Конфликты интересов землепользователей, а также Уфимского района и г. Уфа.</li> </ol>

Ситуация в Уфимском районе осложняется (пока неясно, будет ухудшение или улучшение) в связи с возможной корректировкой генерального плана Уфы. В январе 2012 г. сменилась городская администрация, уже имеются первые высказывания о намерениях по изменению тенденций развития города (например, об ускорении перехода от точечной застройки к микрорайонной). В марте 2012 г. избран новый состав городского совета, от депутатов которого также следует ждать новаций. Таким образом, в настоящее время имеется, с одной стороны, шанс оптимизировать природопользование, сделать его более эффективным, а, с другой, – риск ухудшить ситуацию в случае принятия непродуманных решений. Данные события последних месяцев могут изменить будущие параметры значительных по площади ареалов как в самом городе, так и в его окрестностях. Тем более осенью 2012 г. состоятся выборы местных органов законодательной власти Уфимского района. Это, несомненно, оказывает влияние на геоэкологическую оценку территории Уфимского района.

### **Литература**

1. Туристский паспорт муниципального района Уфимский район Республики Башкортостан // Администрация Уфимского района, официальный сайт. режим доступа <http://www.ufimadm.ru/> – Уфа, 2011.
2. Схема территориального планирования муниципального района Уфимский район Республики Башкортостан / ЗАО Проектный институт «Башкиргражданпроект». – Уфа, 2011.
3. Проект пригородной зоны г.Уфа / ЗАО «Ленпромстройпроект». – СПб., 2005.
4. Нигматуллин А.Ф., Рахматуллина А.Р. Земельные ресурсы Уфимского района Республики Башкортостан и оценка перспектив их использования // Вестник БГУ. – 2012 (в печати).

## НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ АЗОТА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ БАСЕЙНА РЕКИ МАЙМА

*Т.А. Рождественская, А.В. Пузанов, Д.Н. Балыкин, С.Н. Балыкин,  
А.В. Салтыков  
ИВЭП СО РАН*

## INOGANIC NITROGEN COMPOUNDS IN SURFACE WATER OF MAIMA RIVER BASIN

*T.A. Rozhdestvenskaya, A.V. Puzanov, D.N. Balykin, S.N. Balykin,  
A.V. Saltykov  
IWEP SB RAS, rtamara@iwep.asu.ru*

*Исследовано количество неорганических форм азота ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$ ) в водах р. Маймы и ее притоков. Установлено, что воды бассейна отличаются низкими содержаниями этих соединений. Случаев превышения ПДК не выявлено. Повышение концентрации исследуемых веществ отмечено только в отдельные гидрологические периоды в зонах с высокой антропогенной нагрузкой. Изучение динамики содержания ионов показало его значительную изменчивость как по годам, так и гидрологическим сезонам.*

*The quantity of inorganic nitrogen form ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$ ) in surface water of river Maima and its tributaries was investigated. It was found that the concentrations of these compounds in water basin are low and does not exceed prohibitive amount. The high concentrations of substances under study are revealed only for separate hydrological period in area with high anthropogenic load. The content of ions is changing as on year as on hydrological seasons considerably was showed under dynamics investigation.*

Соединения азота являются одним из доминирующих видов загрязнений подземных и поверхностных вод и во многом определяют их экологическое и санитарное состояние. В число приоритетных показателей, определяемых при обследовании водных объектов, входят концентрации нитратов, нитритов и аммонийных соединений. Влияние этих веществ на качество воды обусловлено как их непосредственным участием в его формировании, так и опосредствованно – за счет воздействия на гидробионты и на процессы самоочистения. В природные воды биогенные вещества поступают в основном с площади водосбора при деструкции отмирающей биомассы и со сточными водами.

Постоянное употребление воды с повышенным содержанием нитратов приводит к заболеваниям крови и сердечно-сосудистой системы. Нитраты в живых организмах в результате биохимических реакций превращаются в нитриты, из которых в желудочно-кишечном тракте могут образовываться нитрозосоединения, являющиеся суперэтоксикантами. Нитриты,

взаимодействуя с гемоглобином, образуют метгемоглобин, который не способен переносить кислород, что приводит к кислородному голоданию.

Количество нитратов в природных водах определяется воздействием комплекса факторов (биологические, гидрохимические, геоморфологические, климатические). Концентрация нитратов в поверхностных водах существенно меняется и в зависимости от вида деятельности человека. Нитриты появляются в воде главным образом в результате биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов. Повышенные концентрации  $\text{NO}_2^-$  в воде могут свидетельствовать о загрязнении водоема.

ПДК нитритов (по  $\text{NO}_2^-$ ) в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [1] составляет 3,3 мг/л, нитратов (по  $\text{NO}_3^-$ ) – 45 (по азоту ~1 и ~ 10, соответственно), ионов аммония (по N) – 1,5 мг/л.

Цель работы – исследование годовой и сезонной динамики содержания нитратов, нитритов и ионов аммония в воде р. Маймы и ее притоков, а также экологическая и санитарно-гигиеническая оценка.

Пробы воды р. Маймы и ее наиболее крупных притоков отбирали 4 раза в год в основные гидрологические периоды. Определение минеральных соединений азота проведено фотометрически (нитритов с реактивом Грисса, нитратов – с фенолдисульфокислотой, ионов аммония – с реактивом Несслера). Пределы обнаружения составляют 0,002 мг/л для  $\text{NO}_2^-$  (по N), 0,02 (по N) для  $\text{NO}_3^-$  и 0,05 (по N) мг/л для  $\text{NH}_4^+$ .

Выявлено, что поверхностные воды бассейна Маймы характеризуются невысокими концентрациями минеральных соединений азота (табл.). Количество иона аммония в абсолютном большинстве проб ниже предела обнаружения метода. Анализ временной динамики содержания ионов показал его значительную изменчивость как по годам, так и гидрологическим сезонам. Каждому из притоков свойственны свои концентрации нитратов и нитритов. Так в зимнюю межень концентрации нитритов в воде притоков довольно близки, однако в другие периоды они значительно отличаются, что связано с особенностями биогеохимических процессов и степенью антропогенной нагрузки на водосборах. Тем не менее, динамика колебания содержания в целом подчиняются общим закономерностям.

Максимальное содержание нитратов в воде большинства рек приходится на половодье, р. Сайдыс – на зимнюю межень. К летнему паводку биологическая деятельность в реках увеличивается, а, следовательно, и биологическая фиксация нитратов растёт, в результате наблюдается снижение концентрации этого соединения в воде.

**Таблица – Содержание минеральных форм азота в поверхностных водах  
р. Маймы и ее притоков в разные гидрологические периоды, мг/л**

Год	Период	Река Майма, исток	Река Майма, устье	Река Бирюля	Река Сайдыс	Река Малая Сиульта
<b>N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>						
2010	зимняя межень	<0,002	0,058	<0,002	0,008	<0,002
	половодье	0,015	0,011	<0,002	<0,002	<0,002
	летний паводок	<0,002	0,069	<0,002	0,008	<0,002
	летне-осенняя межень	0,010	<0,002	0,010	0,010	<0,002
2011	зимняя межень	0,010	0,150	<0,002	0,010	0,010
	половодье	0,110	0,080	0,090	0,040	0,110
	летний паводок	0,230	0,020	0,040	0,090	0,090
	летне-осенняя межень	0,020	0,020	0,010	0,010	0,020
2012	зимняя межень	–	–	0,013	0,015	0,013
	половодье	0,029	0,015	<0,002	<0,002	0,010
	снеговая вода	0,005	0,014	0,005	0,014	0,017
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>						
2010	зимняя межень	0,28	0,93	0,27	0,43	0,50
	половодье	0,47	0,50	0,44	0,24	0,50
	летний паводок	0,33	0,18	0,20	0,19	0,50
	летне-осенняя межень	<0,02	0,55	<0,02	<0,02	0,22
2011	зимняя межень	0,17	0,68	0,13	0,52	0,30
	половодье	0,24	0,43	0,33	0,28	0,43
	летний паводок	0,33	0,22	0,27	0,26	0,04
	летне-осенняя межень	0,27	0,37	0,17	0,10	0,72
2012	зимняя межень	–	–	0,33	0,70	0,44
	половодье	0,37	0,91	0,53	0,53	0,66
	снеговая вода	0,03	0,07	0,11	0,10	0,11
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>						
2010	зимняя межень	<0,04	<0,04	0,06	<0,04	<0,04
	половодье	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
	летний паводок	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
	летне-осенняя межень	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
2011	зимняя межень	<0,04	0,60	<0,04	<0,04	<0,04
	половодье	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
	летний паводок	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
	летне-осенняя межень	<0,04	0,53	<0,04	<0,04	<0,04

Год	Период	Река Майма, исток	Река Майма, устье	Река Бирюля	Река Сайдыс	Река Малая Сиульта
2012	зимняя межень	–	–	<0,04	<0,04	<0,04
	половодье	0,47	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
	снеговая вода	0,33	0,43	0,18	0,24	0,29

*Примечание: прочерк – нет данных.*

Увеличение концентрации нитритов в пробах, отобранных в истоке р. Маймы в паводковые периоды 2011 г., обусловлено изменением гидрологического и биологического режимов реки из-за строительства гидротехнических сооружений на ней, создания водохранилищ и с усилившейся в этот период антропогенной нагрузкой в связи с недавно начавшимся интенсивным освоением территории верховий реки. Возможно, на этот процесс наложили отпечаток и погодные особенности этого года – в это же время отмечено повышение содержания нитритов в водах всех исследованных притоков. При интенсивном снеготаянии и ливневых дождях вполне возможен значительный смыв загрязняющих веществ в реки с территорий находящихся в водоохраных зонах всех притоков летних стоянок крупного рогатого скота. Кроме того, нитраты поступают в повышенных количествах из почвы – в условиях недостаточной аэрации процессы их окисления замедляются. Однако в связи с разбавлением водами притоков концентрации этого соединения в воде устьевой части р. Маймы уменьшаются. Значительное повышение содержания  $\text{NO}_2^-$  в устье Маймы в сравнении с истоком (до 30 раз) в зимний период, вероятно, связано с влиянием расположенного на берегу реки г. Горно-Алтайска и небольшой величиной водного стока в этот период. Этим же обусловлено и повышение концентрации иона аммония в меженной воде в выходном створе в 2011 г. Причины повышения содержания  $\text{NH}_4^+$  в воде истока Маймы в период половодья 2012 г. остаются пока невыясненными.

Вклад снежного покрова в загрязнение поверхностных вод оценить однозначно сложно. Снеговые воды отличаются от поверхностных более низкими концентрациями нитратов, однако содержат значительные количества аммоний-иона, что, тем не менее, не оказывает существенного влияния на его содержание в водах притоков и устья Маймы, как и нитритов в водах Бирюли, Сайдыса, Малой Сиульты, что подчеркивает важную роль почвенного покрова в формировании гидрохимического стока.

Таким образом, воды бассейна Маймы отличаются низкими содержаниями нитратов и нитритов и соединений аммония. Ни одного случая превышения ПДК не выявлено. Повышение концентрации исследуемых веществ выявлено только в отдельные гидрологические периоды в зонах интенсивного антропогенного влияния. Связь содержаний исследуемых веществ в воде с гидрологическим режимом и биогеохимической

обстановкой более четко выражена на водосборах с низкой степенью хозяйственной освоенности.

### **Литература**

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. – М., 2003.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ ВЕРХНЕЙ ОБИ**

*И.Д. Рыбкина, Н.В. Стоящева, В.Ф. Резников, С.Н. Шарабарина*  
*Институт водных и экологических проблем СО РАН,*  
*irina@iwep.ru*

## **PROSPECTS FOR WATER CONSUMPTION IN THE UPPER OB REGIONS**

*I.D. Rybkina, N.V. Stoyashcheva, V.F. Reznikov, S.N. Sharabarina*  
*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS*

*Анализируется водоресурсный потенциал пяти субъектов (Республика Алтай, Алтайский край, Новосибирская, Кемеровская и Томская области) Сибирского федерального округа; приводится характеристика видов и объёмов использования водных ресурсов, а также результаты расчётов перспективного водопотребления.*

*In this paper the water resource potential of five subjects of Siberian Federal Okrug, i.e. Republic of Altai, Altai Krai, Novosibirskaya, Kemerovskaya and Tomskaya oblasts is analyzed. Characteristic of types and volumes of water resources use as well as the calculation results of long-term water consumption are presented.*

Водоресурсный потенциал. В регионах Верхней Оби проживает более 9,2 млн. человек (данные Федеральной службы государственной статистики РФ на 1 января 2010 г.). На территории этих субъектов формируется около 25,0 % поверхностного и свыше 50,0 % подземного стока Обь-Иртышского бассейна в пределах РФ (табл. 1). Удельная водообеспеченность населения ресурсами поверхностных вод достигает 32,7 тыс. м<sup>3</sup> на человека, разведанными эксплуатационными ресурсами подземных вод – 272,4 м<sup>3</sup> на человека в год.

**Таблица 1 – Ресурсы поверхностных и подземных вод регионов Верхней Оби [1]**

Регион	Поверхностные ресурсы, км <sup>3</sup> /год		Среднегодовое количество водных ресурсов рек, км <sup>3</sup> /год	Подземные ресурсы, км <sup>3</sup> /год	
	местный сток	общий сток		прогнозные	разведанные эксплуатационные
Республика Алтай	29,7	29,7	34,0	7,80	0,08
Алтайский край	11,5	42,3	55,1	12,13	0,86
Кемеровская область	34,3	36,3	43,2	2,05	0,65
Новосибирская область	0,0	42,7	64,3	3,87	0,57
Томская область	56,4	150,3	182,3	21,80	0,35

Неравномерность речного и подземного стока создаёт определённые особенности и вместе с этим трудности водоснабжения территорий. Так наиболее водообеспеченными регионами по праву считаются Республика Алтай и Томская область, на каждого жителя которых, соответственно, приходится 178,0 тыс. м<sup>3</sup> и 164,9 тыс. м<sup>3</sup> ресурсов поверхностных и подземных (прогнозных) вод. Население Кемеровской и Новосибирской областей менее водообеспечены: удельный показатель на человека здесь составляет, соответственно, 13,6 тыс. м<sup>3</sup> и 17,6 тыс. м<sup>3</sup>. Несмотря на все природные особенности и условия формирования водоресурсного потенциала регионов удельная водообеспеченность населения в расчёте на одного жителя превышает порог 1700 м<sup>3</sup>/год, соответствующий по оценкам специалистов ситуации водного кризиса [2-3].

Сложившиеся особенности водопотребления и антропогенных нагрузок не в лучшую сторону характеризуют Кемеровскую область, позволяя сделать несколько негативных выводов: по данным статотчётности (2 тп-водхоз) в регионе наибольшие объёмы забранной и использованной воды (2,5 км<sup>3</sup>/год), а также крайне высокие объёмы сброса сточных вод (2,1 км<sup>3</sup>/год), в том числе категорий «без очистки» и «загрязнённых стоков» (0,8 км<sup>3</sup>/год) (табл. 2).

Значительные объёмы водопотребления имеют также Новосибирская и Томская области, Алтайский край (суммарный водозабор 1,9 км<sup>3</sup>/год), при этом количество сбрасываемых стоков составляют 1,3 км<sup>3</sup>/год, в т.ч. объёмы загрязнённых – 0,1 км<sup>3</sup>/год. В то время как по численности проживающего населения эти субъекты в три раза превышают число жителей Кемеровской области. В структуре источников водопотребления преобладают поверхностные водные объекты, на их долю приходится 79,5 % объёмов забранной воды. Подземные источники водоснабжения существенную долю в структуре водозабора имеют в Республике Алтай (почти 100 %) и Алтайском крае (около 50 %).

**Таблица 2 – Водопотребление и водоотведение в регионах Верхней Оби\***

Регион	Объём забранной воды из природных источников, км <sup>3</sup> /год			Сброс сточных, транзитных и других вод			
	всего	в том числе из		всего	в т.ч. в поверхностные водные объекты		
		поверхностных	подземных		всего	из них	
						загрязнённой	нормативно-очищенной
Республика Алтай	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Алтайский край	0,53	0,36	0,17	0,33	0,28	0,02	0,14
Кемеровская область	2,47	1,99	0,48	2,13	2,07	0,75	0,01
Новосибирская область	0,76	0,66	0,10	0,61	0,59	0,10	0,24
Томская область	0,57	0,44	0,13	0,47	0,47	0,01	0,07

Примечание: \* – данные Верхне-Обского БВУ за 2009 год

Современное водопотребление в регионах соответствует уровню 2-3 % объёма общих ресурсов поверхностных вод. В большинстве субъектов этот показатель не превышает 1-2 %, лишь в Кемеровской области достигает 5,5 % по отношению к общему стоку и 5,8 % – к местному (табл. 3). Коэффициент изъятия подземных (разведанных эксплуатационных) запасов колеблется от 10-20 % (Республика Алтай, Алтайский край) до 70-80 % (Кемеровская область).

**Таблица 3 – Степень использования водных ресурсов регионов**

Регионы	Степень использования водных ресурсов, %		
	поверхностных:		подземных
	по отношению забранной воды из поверхностных водных источников к ресурсам общего стока	по отношению забранной воды из поверхностных водных источников к ресурсам местного стока	по отношению забранной воды из подземных водных источников к разведанным эксплуатационным ресурсам
Республика Алтай	0,01	0,01	12,5
Алтайский край	0,92	3,39	22,1
Кемеровская область	5,48	5,80	75,4
Новосибирская область	1,73	-	17,5
Томская область	0,32	0,85	37,1

Оценка перспективного водопотребления проведена на основе анализа документов стратегического планирования регионов на период до 2020 г., а также нормативов водопотребления и водоотведения намеченных к строительству хозяйственных объектов. В Республике Алтай водопотребление увеличится на 16,83 млн. м<sup>3</sup> и к 2020 г. составит 25,76 млн. м<sup>3</sup>. Столь значительный его рост (почти в 2 раза) будет обусловлен бурным развитием рекреационно-туристической деятельности; строительством новых, реконструкцией существующих оросительных систем, использованием гидроэнергетического потенциала региона.

В Алтайском крае водопотребление возрастёт в силу развития биофармацевтического кластера, строительства новых крупных животноводческих ферм в рамках реализации программы «Алтайское Приобье», предприятий по производству строительных материалов, разработке и обогащению руд цветных металлов. Вместе с намечаемыми к строительству рекреационными объектами и благодаря внедрению новых технологий водопотребление увеличится по сравнению с существующим на 5-10 %. Однако возможное возрождение ранее существовавших оросительных систем в засушливой зоне может привести к более значительному росту водопотребления для целей орошения – до 80-90 %.

В Новосибирской области рост объёмов используемой воды обеспечивается за счёт запланированных к строительству производства стального проката, фабрики по обогащению антрацита, нефтеперерабатывающего завода, крупного тепличного хозяйства, мясоперерабатывающего завода и птицефабрики. Вместе с тем надо отметить, что ряд крупных инвестпроектов ориентированы на реконструкцию и связанную с ней модернизацию производства, что вызовет экономию воды в технологических процессах и послужит причиной незначительного увеличения объёмов водопотребления – 2-3 % существующего уровня.

В Кемеровской области, по нашим расчётам, использование свежей воды возрастет на 10-15 %. Рост будет связан со строительством новых угольных шахт и разрезов, освоением месторождений руд чёрных и цветных металлов, развитием имеющихся мощностей электроэнергетики. К увеличению использования воды также приведут строительство объектов отрасли стройматериалов (цементные заводы), реконструкция и расширение производства на Юргинском ферросплавном заводе, Топкинском цементном заводе и других предприятиях.

В Томской области рост водопотребления обусловлен строительством таких крупных объектов, как горно-обогатительный комбинат по производству титан-ильменитового концентрата, завод волокнистых полуфабрикатов, предприятие по производству фанеры, цементный завод. Значительным увеличением использования водных ресурсов будет сопровождаться освоение Бакчарского железорудного месторождения,

расширение производства полимеров в ООО «Томскнефтехим», строительство предприятия по производству инфузионных растворов в г. Томске и Северной АЭС. По сравнению с существующим водопотреблением перспективное возрастет в 2,5-3 раза, или на 275 %.

С учётом обозначенных объёмов перспективного водопотребления в регионах ожидается и увеличение степени использования поверхностных и подземных водных ресурсов (табл. 4). Наибольший рост водопотребления будет отмечаться в Республике Алтай и Томской области. Однако в Республике Алтай из-за высокого водно-ресурсного потенциала степень использования и поверхностных, и подземных водных ресурсов останется незначительной. В Томской области прогнозируются водохозяйственные проблемы, связанные с использованием подземных источников, степень изъятия которых превысит 100 % от существующих разведанных эксплуатационных запасов.

**Таблица 4 – Степень использования водных ресурсов в регионах Верхней Оби до 2020 г.**

Регион	Степень использования поверхностных водных ресурсов (общий сток), %		Степень использования подземных водных ресурсов (разведанные запасы), %	
	2009	2020	2009	2020
Республика Алтай	0,01	0,02	12,50	23,50
Алтайский край	0,92	1,01	22,10	24,31
Новосибирская область	1,73	1,78	17,50	18,03
Кемеровская область	5,48	6,30	75,40	86,71
Томская область	0,32	0,88	37,10	102,03

Главным же локусом водохозяйственных проблем станет Кемеровская область, где даже при самых скромных расчётах роста водопотребления степень использования поверхностных вод превысит 6 % общего речного стока. При существующей степени использования (75,4 %) подземных вод ситуацию в области уже можно характеризовать как локальный вододефицит. К 2020 г. при условии, что водопотребление возрастет только за счёт подземных водных источников, степень использования ресурса увеличится до 85-90 %.

### **Литература**

1. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество / Водный кадастр РФ. Справоч издан. 2008. – СПб: ART-Express, 2010. – 151 с.
2. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. – М.: Наука, 2006.– 221 с.
3. Entekhabi D., Asrar Ch., Betts A.K. et al. An Agenda for land surface hydrology research and call for the second international hydrological decade // Bull. Amer. Meteorol. Soc. – 1999. – V. 80. – № 10. – P. 2043-2058.

## **БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛИМНОГЕОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ЕГО ОСНОВНЫЕ ИТОГИ**

*Н.В. Савченко*

*Московский педагогический государственный университет,  
Новосибирский филиал, worldec@sibupk.nsk.su*

## **BIOGEOCHEMICAL MONITORING OF LIMNOGEOSYSTEMS OF WESTERN SIBERIA AND ITS BASIC RESULTS**

*N.V. Savchenko*

*Moscow Pedagogical State Universiti. Novosibirsk Branch.  
worldec@sibupk.nsk.su*

*На основе комплекса геохимических и трофических показателей выявлены закономерности экологической устойчивости озёр разных генетических типов.*

*On the basis of geochemical and trophic indices the regularities have revealed for environmental sustainability of the lakes of different genetic type.*

При оценке современного состояния и естественной направленности природных процессов в любом регионе и тем более при разработке прогноза их возможных изменений в первую очередь необходимо уделять внимание изучению наиболее распространенных и уязвимых звеньев природных экосистем и процессов, определяющих условия их существования. В Западной Сибири к таковым следует отнести лимногеосистемы – самые характерные элементы всех ландшафтов региона: от субарктических (на севере) до степных (на юге). Здесь сосредоточено более 998 тыс. озёр, что составляет 24,4% озерного фонда и 9% водноозерных акваторий материка Евразии. Для человека озёра имеют исключительное значение как объекты разносторонней хозяйственной деятельности, места отдыха и туризма, как центры оздоровительно-курортного и рыбного хозяйства и т.д. По мере развития производства и роста населения роль их постоянно будет возрастать.

Однако за последние 40 лет озёрные водоёмы испытывают интенсивное антропогенное воздействие со стороны топливно-энергетического, лесохимического, транспортного и агропромышленного комплексов. Как следствие они утрачивают способность к самоочищению или самовосстановлению, а иногда неминуемо деградируют до полной потери ресурсно-рекреационного потенциала. В этой связи возрастает общественный и научный интерес к выявлению их функционального состояния, охране и рациональному использованию. Однако в научной литературе до сих пор отсутствуют работы по проблеме комплексно-

экологической оценки озёр. Имеются лишь разрозненные публикации, посвящённые характеристикам отдельных озёрных компонентов и процессов: ионно-гидрохимического состава, минерализации, pH, органического вещества (ОВ), гидробионтов, термических и гидрологических процессов и т. п. Такой подход не даёт полного и чёткого представления об экологическом состоянии водоёмов, и тем более о возможностях и перспективах их хозяйственной, рекреационной и экологической диверсификации.

В контексте выше сказанного, цель нашего исследования заключалась в том, чтобы показать фундаментально-прикладные возможности элементно-геохимического мониторинга озёр (в корреляции с трофическим) для установления их функционально-динамического состояния. Это, в свою очередь, позволяет оценивать не только степень экологической устойчивости озёрных экосистем к лимитирующим антропогенным и ландшафтным факторам окружающей среды, но и выявлять её пространственно-временные закономерности, а также дифференцировать перспективы хозяйственного использования водоёмов.

Макро- и микроэлементы составляют самую большую группу химического состава озёрных компонентов, сведения о которых по озёрам как России, так и Западной Сибири до 80-х годов прошлого века почти полностью отсутствовали. Лишь за последние 30 лет с развитием хроматографии, спектрографии, полярографии, атомной абсорбции и других высоко точных геохимических методов информация о них стала быстро накапливаться. Однако и в настоящее время наряду с органическим веществом (ОВ) озёрных вод и донных отложений они остаются наименее изученными. Между тем количественное содержание химических элементов, их соотношения, особенности миграции и аккумуляции являются важнейшими ландшафтно-индикационными признаками озёр.

Сущность элементно-геохимического мониторинга заключается в том, что в озёрах региона определялось абсолютное содержание более 30 химических элементов в воде, биоте, верхнем слое органосодержащих озёрных илов и в подстилающих породах [1-2]. Затем абсолютные показатели (мг/л, мг-экв., % и т. п.) переводились в относительные – ландшафтно-геохимические коэффициенты:  $K_{БА}$  – коэффициент озёрно-биогенной аккумуляции (отношение средневзвешенного содержания элемента в золе биоты (макрофитах, планктоне, бентосе, в верхнем органосодержащем слое озёрных илов (%), к содержанию этого элемента в дренируемых породах, %), и  $K_{ЛМ}$  – коэффициент водно-озёрной миграции (отношение содержания элемента в минеральном остатке озёрной воды (%), к его содержанию в дренируемых породах [%]). В последующем, на основе рассчитанных значений этих коэффициентов составляли формулы геоэкологической устойчивости (ФГУ). Перед дробной чертой каждой из формул указывался класс водной миграции рассматриваемой озёрной экосистемы, что соответствует ландшафтно-геохимическим формулам А.И. Перельмана.

С классами миграции обычно хорошо ассоциируются типы природных ландшафтов: тундровые, болотные, лесные, лесостепные и т. д. В числителе проставляли самые активные элементы озёрно-биогенной аккумуляции ( $K_{БА}$  элемента  $\geq 1$ , при  $K_{ЛМ}$  этого же элемента  $< 1$ ), а в знаменателе, наоборот – элементы активной водно-озёрной миграции ( $K_{ЛМ} \geq 1$ , при  $K_{БА}$  этого же элемента  $< 1$ ). Элементы располагались по мере уменьшения величин их коэффициентов. Рядом с дробью в конце формулы указывались лишь те элементы, которые проявляли себя активно как в том, так и в другом процессах ( $K_{БА}$  и  $K_{ЛМ}$  элемента  $\geq 1$ ). Чем больше элементов активно участвует в обоих процессах, тем динамичнее данная экосистема, а значит и выше степень её устойчивости к антропогенным воздействиям.

Важная ключевая часть ФГУ – их количественные показатели, которые учитывают всю исходную ландшафтно-геохимическую информацию, в том числе и об элементах, которые не вошли в формулу из-за низких значений коэффициентов ( $K_{БА}$  и  $K_{ЛМ} > 0$ , но  $< 1$ ). Цифра в числителе после дробной черты – суммарная величина коэффициентов озёрно-биогенной аккумуляции, в знаменателе – водно-озёрной миграции. Отношение этих чисел названо коэффициентом динамической напряжённости ( $K_{ДН}$ ). Если его значение равно единице, то экосистема сбалансирована по круговороту вещества и энергии, а следовательно является устойчивой. При  $K_{ДН} > 1$  вещественно-энергетический баланс нарушен, то есть процесс накопления вещества доминирует над выносом, и водоём подвержен нарастающей эвтрофикации. Чем больше значение этого коэффициента, тем выше её степень эвтрофикации. Напротив, если  $K_{ДН} < 1$ , то в экосистеме преобладает вынос вещества и энергии: чем меньше значение коэффициента, тем выше степень олиготрофии водоёма [3].

Заключения, сформулированные на основе ФГУ, полностью согласуются с результатами гидробиологического мониторинга, который проводился по методике В.Г. Дробковой с соавторами [1] синхронно с геохимическим и охватывал около 20 трофических параметров. Сопоставление результатов геохимического и гидробиологического мониторинга по 1379 озёрам режимного наблюдения и по 2621 озёрам рекогносцировочного обследования (с учётом ландшафтной дифференциации Западной Сибири и разнообразия генетических типов котловин) позволило выявить следующие их индикационно-геоэкологические особенности.

1. В регионах тундры и лесотундры современные термокарстовые озёра имеют крайне неустойчивые экосистемы, что сказывается на видовом разнообразии планктонных и бентосных сообществ. Оно значительно беднее, чем в глубоководных озёрах ледниково-тектонического происхождения и в крупных пойменных водоёмах. Так фитопланктон в-первых, представлен 30-56 видами против 105-127, во-вторых, зоопланктон, соответственно, 5-8 и 19-36 видами, а простейшие, соответственно, 4-14 и 18-28 видами. Обе эти группы озёр различаются и по функциональным

показателям гидробионтов, прежде всего по соотношению продукционно-деструкционных процессов. В бессточных термокарстовых, как правило, величина первичной продукции (Ф) значительно превышает скорость деструкции ОВ(Д), коэффициент Ф/Д в абсолютном большинстве водоёмов больше 1. Следовательно, эти озёра способны к быстрому накоплению в толще воды ОВ, создаваемом фитопланктоном, и более подвержены эвтрофированию при поступлении дополнительных биогенных элементов с водосборов. Напротив, крупные ледниковые и пойменные водоёмы обладают более сбалансированными экосистемами, т.к. в них доминируют деструкционные процессы над продукционными (Ф/Д всегда меньше 1). Тем не менее, в зоне тундры и лесотундры все генетические типы озёр в той или иной степени экологически неустойчивы не только по трофическим, но и по элементно-геохимическим показателям: термокарстовые – в большей степени (активно накапливают ОВ, Fe, N, P, Ca, Mo, Ti, Mg, Li, Mn;  $K_{ДН}= 10,2$ ), а тектонические и пойменные – в меньшей (выносятся почти все элементы и ОВ;  $K_{ДН}= 0,002$ ).

2. В лесоболотных районах наблюдается заметное усиление функционально-динамических процессов всех генетических типов озёр. Самыми устойчивыми экосистемами обладают озёра пойменного типа и крупные материковые водоёмы. Соотношение Ф/Д в них равно или приближено к единице. В элементно-геохимическом круговороте (аккумуляции и миграции) одновременно участвуют многие элементы (Mn, Ca, P, N, Zn, Cu, Pb, Ti, Mo, Cd, Ni, B, K), а  $K_{ДН}$  изменяется от 0,96 до 1,005. Слабоустойчивыми и неустойчивыми в лесоболотной зоне являются экосистемы озёр внутриболотного генезиса. Они имеют самый бедный видовой состав гидробионтов (зоопланктона от 10 до 16 видов, зообентоса – 3-7 видов) и весьма низкие показатели их продуктивности (соответственно, 0,14-0,42 г/м<sup>3</sup> и 200-260 мг/м<sup>2</sup>), коэффициент Ф/Д варьирует от 3,6 до 6,7. В водной толще и озёрных илах много накапливается ОВ, тяжёлых металлов (особенно железа) и азота.  $K_{ДН}$  изменяется от 1,3 до 7,05.

3. Лесостепной и степной регионы Западной Сибири несмотря на максимальную антропогенную нагрузку на озёра, чрезмерную пестроту и комплексность химического состава их вод, илов и почв прилегающих водосборов характеризуются наиболее позитивными показателями экологической устойчивости их экосистем. Высокой устойчивостью обладают экосистемы водоёмов суффозионно-просадочного происхождения проточно-сточного гидрологического типа, а также большинства озёр пойменного генезиса. Соотношение продукции и деструкции ОВ в них не превышает 1,07, а показатели продуктивности их гидробионтов имеют максимальные значения для всей Западной Сибири. В озёрных компонентах активно накапливаются As, S, F, Fe, Al, Ni, Zn, Ag, и также активно выносятся Na, Li, Mg, K. В обоих процессах одновременно и активно участвуют N, V, Ca, B, Cu, Pb, Mo, иногда Hg и Cs. Примечательно, что за последние 18 лет в связи со спадом сельскохозяйственного производства и

масштабов его химизации и мелиорации устойчивость большинства озёрных экосистем (в том числе и других генетических типов) заметно возросла [3].

4. Численность и биомасса некоторых видов зоопланктона всех генетических типов озёр Западной Сибири связана с изменчивостью содержания в воде макро- и микроэлементов. Так в большинстве водоёмов с высоким содержанием хрома (до 0,0013 мг/л) отмечено более интенсивное развитие сообществ. При высоком содержании кальция (до 250 мг/л), наоборот, биомасса зоопланктона становилась ниже. При увеличении содержания меди и цинка (соответственно, до 0,05 и 0,02 мг/л) увеличивается численность и биомасса *Bosmina longirostris*. С ростом концентрации меди отмечено повышение уровня развития *Chydorus sphaericus*. Железо и натрий при концентрациях более 0,2 и 470 мг/л, по-видимому, угнетающе действуют на этого зоопланктона: в 72-х озёрах Кулундинского района его численность и биомасса были заметно меньше, чем в 52 водоёмах с меньшими концентрациями указанных элементов.

5. Элементный состав озёрных отложений не только индикатор стабильности режима водоёмов, но и во многом численности и биомассы бентоса. Так при высокой концентрации меди в донных отложениях (> 20 мг/кг) независимо от сезона года, глубины и месторасположения участка озёрного ложа, характера иловых отложений отмечена низкая численность и биомасса сообщества зообентоса. В то же время возрастание количества меди в этих же осадках приводило к росту численности и биомассы *Chironomus plumosus*, *Microsestra praesox*, *Oligochaeta*. При высоком содержании свинца (> 20 мг/кг) зообентос слабо развит. Увеличение концентрации цинка (> 50 мг/кг), натрия (> 17000), стронция (> 500), кобальта (> 7) и рубидия (> 20 мг/кг) также отрицательно сказывается на развитии зообентоса. По-разному проявлялось воздействие элементно-химического состава донной среды на отдельных представителей её фауны. Например, бо́льшая численность и биомасса *Chironomus plumosus*, *Microsestra praesox*, *Oligochaeta* прослежена с ростом содержания цинка до 70 мг/кг. В то же время на численность и биомассу *Chironomus plumosus* отрицательно влияло повышение концентрации в донных осадках натрия и магния, соответственно, до 15000 мг/кг и 4000 мг/кг. При повышении содержания железа до 24 тыс. мг/кг отмечалось увеличение численности и биомассы *Chironomus plumosus*, *Microsestra praesox*, а стронция (до 500 мг/кг) – снижение уровня развития *Procladius ferrug*. Каких-либо зависимостей между содержанием хрома, ртути, цезия, кадмия и других тяжёлых металлов с численностью и биомассой зообентоса не выявлено. Обусловлено это тем, что, во-первых, указанные металлы содержатся в количествах, не превышающих ПДК, а во-вторых, заметные их концентрации в осадках некоторых озёр связаны не столько с антропогенным загрязнением, сколько с их высокой биогенной аккумулятивностью.

## Литература

1. Драбкова В.Г., Беляков В.П., Денисова И.А. и др. Закономерности формирования экосистем тундровых озёр и их изменение под влиянием антропогенного воздействия // Особенности структуры экосистем озёр Крайнего Севера. – СПб.: Наука, 1994. – С. 242-248.
2. Савченко Н.В. Гидрохимическое состояние озёр низменных равнин северной Евразии (на примере Западной Сибири). – Новосибирск, 2004. – 92 с. – Деп. в ВИНТИ, № 1266 – В 2004.
3. Савченко Н. В. Геоэкологическая устойчивость озёрных геосистем Западной Сибири // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов. Мат-лы VIII Международной конф. 19-23 сентября 2007 года. – Горно-Алтайск, 2007. – С. 280-284.

## ПРОБЛЕМЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

*Я.В. Садыкова*

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука СО  
РАН*

## THE PROBLEMS OF HYDROGEOLOGICAL STRATIFICATION OF OB- IRTISH INTERFLUVE SOUTH PART

*Ya.V. Sadykova*

*A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,  
janysha@list.ru*

*Рассмотрены принципы гидрогеологической стратификации. Описаны основные критерии, на основе которых происходит выделение водоносных/водоупорных горизонтов, гидрогеологических комплексов и этажей. Перечислены проблемы их корреляции по площади и в разрезе. Приведена схема детальной гидрогеологической стратификации южных районов Обь-Иртышского междуречья. Представлено описание основных стратификационных единиц, выделяемых в пределах исследуемого региона.*

*This paper considers the principles of hydrogeological stratifications. Basic selection criteria of water-bearing and waterproof horizons, hydrogeological complexes and floors are described. The problems of their lateral and sectional correlation are considered. The detailed hydrogeological stratification scheme of the south part of Ob-Irtish Interfluve is given. Description of main stratification units of the area of research is presented.*

Гидрогеологическая стратификация лежит в основе любых гидрогеологических исследований. Разработке теоретических основ гидрогеологической стратификации осадочных бассейнов посвящены многочисленные работы М.С. Гуревича, В.А. Кирюхина, Н.М. Кругликова, В.М. Матусевича, А.Д. Назарова, В.В. Нелюбина, А.М. Овчинникова, Е.В. Пиннекера, А.А. Розина, Б.П. Ставицкого, С.Л. Шварцева и многих других.

В гидрогеологической стратификации при расчленении разрезов выделяются следующие основные гидрогеологические подразделения: водоносный/водоупорный горизонт, гидрогеологические комплексы и этажи. Перечисленные формы скопления подземных вод имеют различные размеры как в разрезе, так и в плане. Один от другого они отделяются водоупорными толщами различной мощности, выдержанности по площади и степени проницаемости пород. Наименее выдержанными в региональном плане являются водоносные горизонты. В одном и том же гидрогеологическом комплексе на разных территориях могут выделяться различное количество водоносных горизонтов. Это часто вызывает затруднение при сопоставлении водоносных горизонтов в комплексе. Гидрогеологические комплексы и этажи являются более выдержанными в пределах одной водонапорной системы. Водоупорные толщи, разделяющие их, отличаются значительно большей мощностью и площадью распространения. Основными критериями выделения водоносных и водоупорных толщ являются литологический и минералогический составы пород и их фильтрационно-емкостные свойства. В стратификационных схемах с различной степенью детальности должны быть прорисованы все основные гидрогеологические подразделения и их иерархическая соподчиненность.

Первые попытки проведения гидрогеологической стратификации отложений Западно-Сибирского артезианского мегабассейна были предприняты в 50-х годах XX века. На них были установлены границы гидрогеологических водоносных и водоупорных комплексов. По мере накопления геологического материала детальность проводимой стратификации увеличивалась.

На основе разработанных ранее гидрогеологических стратификационных схем, материалов решений межведомственного стратиграфического комитета (МСК), данных ГИС была составлена детальная схема гидрогеологической стратификации южных районов Обь-Иртышского междуречья (рис.1). В пределах палеозойского фундамента и осадочного чехла рассматриваемого региона выделяются два гидрогеологических этажа: верхний, который является зоной активного водообмена, и нижний – затрудненного и застойного водообмена. В пределах нижнего гидрогеологического этажа обособляются пять гидрогеологических комплексов, надежно изолированных от зоны активного водообмена турон-олигоценым региональным водоупорным комплексом (сверху-вниз): апт-

альб-сеноманский, неокомский, верхнеюрский, ниже-среднеюрский и палеозойский. В пределах верхнего гидрогеологического этажа выделяется неоген-четверичный водопроницаемый комплекс.

Существует мнение, что необходимо выделять отдельно палеозойский, мезозойский и кайнозойский гидрогеологические этажи [1-2]. Детальный анализ геологических материалов по изучаемому району показал, что между фундаментом и осадочным чехлом существует гидравлическая взаимосвязь, следовательно, необходимо выделять их в объеме единого гидрогеологического этажа. При составлении детальной гидрогеологической стратификационной схемы были выделены водоносные/водоупорные горизонты в пределах перечисленных гидрогеологических комплексов, названия которых давались по приуроченности к региональным стратиграфическим горизонтам или по названиям свит, наиболее широко распространенных в исследуемом регионе [3-4]. В пределах палеозойского комплекса выделение водоносных горизонтов не производилось.

В ниже-среднеюрском комплексе обособляются четыре водоносных горизонта: зимний, шараповский, надояхский и вымско-малышевский. Водоносные горизонты ниже-среднеюрского комплекса отделены друг от друга и от водоносных горизонтов вышележающего верхнеюрского комплекса (снизу-вверх) левинским, китербютским, лайдинским и нижевасюганским водоупорными толщами. Нижнеюрские отложения развиты на территории исследования фрагментарно, поэтому водоносные и водоупорные горизонты имеют локальное распространение. В подошве ниже-среднеюрского комплекса отсутствует регионально развитый водоупор, следовательно, разделение палеозойского и ниже-среднеюрского комплекса носит условный характер. Вероятнее всего подземные воды ниже-среднеюрского комплекса в значительной мере смешаны с водами палеозойского комплекса в результате процессов латеральной и вертикальной миграции. Верхнеюрский комплекс отделен от ниже-среднеюрского глинами нижевасюганской свиты и, соответственно, нижевасюганским водоупором. В юго-западной и восточной части территории исследований нижевасюганский водоупорный горизонт выклинивается вследствие литологического замещения, поэтому разделение ниже-среднеюрского и верхнеюрского гидрогеологических комплексов является условным. В пределах верхнеюрского гидрогеологического комплекса выделяется верхневасюганский водоносный горизонт, надежно изолированный глинами куломзинско-георгиевского водоупора от неокомского гидрогеологического комплекса.

Система	Отдел	Ярус	водоносный/ водоупорный горизонт	гидрогеологический (водопроницаемый/ водоупорный) комплекс	гидрогеологический этаж	
Q	Q <sub>2</sub>		средне-верхне- неоплейстоценовый салавский	неоген-четвертичный	верхний	
		Q <sub>1</sub>	тапагайинский мансийский			
N	N <sub>2</sub>	g	чановско- горнофилийская			турон-олигоценый
		p				
		c				
	N <sub>1</sub>	m	тавогланско- новостаничный			
		t				
		s	бещеульский			
Pg	Pg <sub>3</sub>	b	лагернотомско- абросимовский			апт-альб-сеноманский
		h				
		r	кюковско- новомихайловский			
	Pg <sub>2</sub>	p	ирбитско- тавдинский	неокомский		
		b				
		l				
Pg <sub>1</sub>	t	серовский	верхнеюрский			
	s					
	d					
K	K <sub>2</sub>	m			апт-альб-сеноманский	
		km				
		st		ипатовский		
		k	кузнецовско- ганьялинский			
		t				
	K <sub>1</sub>	s	верхнепокурский	неокомский		
		al	среднепокурский			
		a	нижнепокурский			
		br	княлинский			
		g				
J	J <sub>3</sub>	v	таврский	верхнеюрский		
		b				
		tt	куломзинско- георгиевский			
	J <sub>2</sub>	km			нижне-среднеюрский	
		o	верхневасюганский			
		k	нижневасюганский			
J <sub>1</sub>	bt	вымско-малышевский	нижне-среднеюрский			
	b					
	a	лайдинский				
	t	тамоцкий				
Pz		p	катырботский	палеозойский		
		s	вардубинский			
		g	зимний			

Рис. 1. Схема гидрогеологической стратификации южных районов Обь-Иртышского междуречья

В пределах неокомского водоносного комплекса на изучаемой территории выделяется тарский водоносный горизонт, который отделен от

апт-альб-сеноманского комплекса мощной толщей киялинских глин. Апт-альб-сеноманский комплекс представлен ниже- и верхнепокурским водоносными горизонтами, разделенными между собой глинами среднепокурского водоупорного горизонта. Далее следует мощная региональная водоупорная толща турон-олигоценного возраста, которая отделяет нижний гидрогеологический этаж от зоны активного водообмена. В пределах турон-олигоценного водоупорного комплекса выделяются ипатовский, серовский и юрковско-новомихайловский водоносные комплексы, разделенные кузнецовско-ганькинским, ирбитско-тавдинским и лагернотомско-абросимовским водоупорными горизонтами, однако они распространены локально и имеют незначительные мощности. В пределах неоген-четвертичного гидрогеологического комплекса выделяются бещеульский, чановско-горнофилийский, талагайкинский и средне-верхнеплейстоценовый гидрогеологические горизонты, разделенные таволжанско-новостаничным, мансийским и семейкинским водоупорными толщами.

### **Литература**

1. Матусевич В.М., Бакуев О.В. Гидродинамика водонапорных систем Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна // Советская геология. – 1986. – № 2. – С. 117-122.
2. Назаров А.Д. Нефтегазовая гидрогеохимия юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. – М.: Идея-Пресс, 2004. –288 с.
3. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. –114 с.
4. Решения 5-ого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, принятым МРСС-90 14-18 мая 1990 г. и утвержденным МСК СССР 30 января 1991 г. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1991. – 54 с.

## ИОННЫЙ СОСТАВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА АЛТАЯ

*А.В. Салтыков, А.В. Пузанов, И.А. Егорова  
Институт водных и экологических проблем СО РАН,  
saltykovav@yandex.ru*

## IONIC COMPOSITION OF SNOW COVER OF ALTAY MOUNTAINS

*A.V. Saltykov, A.V. Puzanov, I.A. Egorova  
Institute of water and environmental problem SB RAS, saltykovav@yandex.ru*

*Представлен анализ пятилетних данных по содержанию основных ионов ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) в снежном покрове Алтая. Выявлена однородность в их содержании по основным водосборным бассейнам рек, высотным поясам и годам в период исследования.*

*The analysis of five-year data on the content of the main ions ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) in snow cover is presented. Uniformity in their contents on the main catchment basins of the rivers, high-rise belts and years in research is revealed.*

В последнее время во всём мире увеличивается интерес к исследованию химического состава снежного покрова, который играет роль мощного аккумулятора практически всех соединений, находящихся в атмосфере. Особенно это проявляется в районах с продолжительным морозным периодом [1-8]. Поступление химических соединений в снежный покров происходит в результате выпадения атмосферных осадков, адсорбции снегом газов из воздуха атмосферы, оседания из атмосферы твёрдых частиц, взаимодействия снега с почвенным и растительным покровом и, несомненно, существенное влияние оказывает деятельность человека. Всё это приводит к тому, что содержание многих соединений в снежном покрове оказывается в 100 и 1000 раз выше, чем в атмосферном воздухе и сохраняется в течение всего периода снегостояния [1, 5-12]. Наибольшую экологическую опасность для живых организмов представляют водорастворимые соединения, которые в период весеннего половодья поступают в природные среды, в основном, воду и почву, загрязняя их [13].

Речная система Алтая является источником воды питьевого и хозяйственного назначения для таких крупных городов, как Горно-Алтайск, Бийск, Алейск и Барнаул, а также большого количества более мелких населённых пунктов. В тоже время горы Алтая представляют собой естественный барьер для воздушных масс, перемещающихся со стороны этих городов с хорошо развитыми промышленностью, сельским хозяйством и инфраструктурой. Поэтому очень важно знать, как меняется ионный состав снежного покрова во времени и в пространстве для дальнейшего прогнозирования экологической ситуации на данной территории.

Объектом исследования является снежный покров на фоновых участках Алтая. Регион исследования охватывает водосборные бассейны рр. Катунь, Бия, Чарыш и Алей. Отбор снеговых проб производился в период максимального влагозапаса (перед началом таяния снега) на всю глубину снежного покрова в течение 5 лет (2007-2011 гг.). Всего было отобрано 1336 проб. Пробоподготовка снега заключалась в растапливании отобранных проб. Для этого снег помещали в пластмассовые емкости с крышкой, а после таяния жидкую часть пробы подвергали химическому анализу.

В талой воде определяли рН – потенциометрическим методом и ионы водорастворимых соединений – тетраметрическим:  $\text{CO}_3^{2-}$  – с фенолфталеином,  $\text{HCO}_3^-$  – с метиловым оранжевым,  $\text{Cl}^-$  – с нитратом ртути,  $\text{SO}_4^{2-}$  – с нитрохромазо,  $\text{Ca}^{2+}$  – с хромогеном чёрным и  $\text{Mg}^{2+}$  – с мукексидом и фотометрическим методом:  $\text{NH}_4^+$  – с реактивом Несслера,  $\text{NO}_2^-$  – с раствором Грисса,  $\text{NO}_3^-$  – с серной кислотой.

В результате проведённых полевых и аналитических работ был получен огромный массив данных по содержанию  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  в образцах снега. Чтобы изучить пространственное распределение исследуемых ионов, сгруппируем все эти данные по водосборным бассейнам (табл. 1) и высотным поясам (табл. 2).

При сравнении исследуемых водосборных бассейнов отчётливо прослеживается полная однородность ионного состава в снежном покрове. Незначительно выделяется бассейн р. Катунь, где в образцах снега относительно повышено содержание  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Преобладающими ионами для всех речных бассейнов являются  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  (67,5-72,6 и 14,2-14,4 % от содержания остальных исследуемых ионов). Также следует отметить, что в образцах снега не обнаружено  $\text{CO}_3^{2-}$ .

**Таблица 1 – Ионный состав снежного покрова в основных водосборных бассейнах Алтая, мг/л**

Ионы	Водосборные бассейны			
	Катунь	Бия	Чарыш	Алей
$\text{Ca}^{2+}$	2,22 ± 0,40	1,83 ± 0,32	1,82 ± 0,33	1,81 ± 0,34
$\text{Mg}^{2+}$	1,07 ± 0,24	0,90 ± 0,12	0,90 ± 0,16	0,80 ± 0,12
$\text{NH}_4^+$	0,07 ± 0,02	0,14 ± 0,02	0,15 ± 0,02	0,09 ± 0,01
$\text{CO}_3^{2-}$	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
$\text{HCO}_3^-$	37,04 ± 6,69	27,38 ± 5,36	25,42 ± 4,93	23,64 ± 4,27
$\text{Cl}^-$	2,94 ± 0,56	2,91 ± 0,55	3,00 ± 0,59	2,54 ± 0,48
$\text{SO}_4^{2-}$	7,34 ± 1,45	6,21 ± 1,23	5,24 ± 1,01	5,83 ± 1,14
$\text{NO}_2^-$	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,03 ± 0,01
$\text{NO}_3^-$	0,29 ± 0,05	0,26 ± 0,05	0,25 ± 0,05	0,29 ± 0,06

*Примечание: «не обн.» – не обнаружено.*

Распределение исследуемых ионов в снежном покрове по высотным поясам Алтая, также не отличается большим разнообразием. Тем не менее, поднимаясь вверх от предгорий до высокогорий можно заметить слабое увеличение содержания  $\text{NH}_4^+$  и снижение —  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{NO}_3^-$ .

В течение пяти лет исследований ионный состав снежного покрова Алтая существенно не менялся (табл. 3). Исключением является  $\text{HCO}_3^-$ , содержание которого в 2007 г. было относительно высокое. Также прослеживается снижение  $\text{NO}_3^-$ , особенно резко выраженное в 2011 г.

**Таблица 2 – Ионный состав снежного покрова в различных высотных поясах Алтая, мг/л**

Ионы	Высотные пояса			
	предгорье	низкогорье	среднегорье	высокогорье
$\text{Ca}^{2+}$	$1,85 \pm 0,27$	$1,81 \pm 0,34$	$1,75 \pm 0,14$	$1,33 \pm 0,16$
$\text{Mg}^{2+}$	$0,90 \pm 0,20$	$1,08 \pm 0,22$	$0,80 \pm 0,13$	$0,90 \pm 0,11$
$\text{NH}_4^+$	$0,07 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,02$	$0,34 \pm 0,02$	$0,23 \pm 0,03$
$\text{CO}_3^{2-}$	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
$\text{HCO}_3^-$	$23,80 \pm 4,72$	$30,80 \pm 6,11$	$26,48 \pm 4,94$	$22,37 \pm 2,71$
$\text{Cl}^-$	$2,68 \pm 0,52$	$2,75 \pm 0,54$	$3,89 \pm 0,70$	$2,70 \pm 0,51$
$\text{SO}_4^{2-}$	$5,51 \pm 1,06$	$6,41 \pm 1,27$	$5,77 \pm 1,09$	$5,72 \pm 1,07$
$\text{NO}_2^-$	$0,04 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,01$
$\text{NO}_3^-$	$0,36 \pm 0,07$	$0,28 \pm 0,06$	$0,19 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,02$

*Примечание: «не обн.» – не обнаружено.*

**Таблица 3 – Динамика ионного состава снежного покрова Алтая, 2007-2011, мг/л**

Ионы	2007	2008	2009	2010	2011
$\text{Ca}^{2+}$	Не обн.	$1,78 \pm 0,40$	$1,83 \pm 0,31$	не обн.	$1,81 \pm 0,35$
$\text{Mg}^{2+}$	$1,54 \pm 0,49$	$1,05 \pm 0,27$	Не обн.	не обн.	$1,20 \pm 0,23$
$\text{NH}_4^+$	не опр.	не опр.	не опр.	$0,03 \pm 0,00$	$0,13 \pm 0,02$
$\text{CO}_3^{2-}$	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
$\text{HCO}_3^-$	$50,54 \pm 14,19$	$19,25 \pm 5,87$	$26,47 \pm 5,26$	$26,31 \pm 5,15$	$31,10 \pm 5,97$
$\text{Cl}^-$	$3,15 \pm 0,93$	$4,05 \pm 1,59$	$2,27 \pm 0,45$	$2,66 \pm 0,52$	$3,55 \pm 0,64$
$\text{SO}_4^{2-}$	$4,53 \pm 0,51$	$4,19 \pm 1,13$	$5,59 \pm 1,11$	$6,59 \pm 1,30$	$7,80 \pm 1,53$
$\text{NO}_2^-$	$0,03 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,02$	$0,02 \pm 0,00$	$0,05 \pm 0,01$	$0,02 \pm 0,00$
$\text{NO}_3^-$	$0,47 \pm 0,17$	$0,41 \pm 0,12$	$0,32 \pm 0,06$	$0,27 \pm 0,05$	$0,08 \pm 0,01$

*Примечание: «не обн.» – не обнаружено, «не опр.» – не определено.*

Таким образом, в результате пятилетнего исследования снежного покрова на фоновых участках Алтая выявлено, что его ионный состав достаточно однороден как между исследуемыми водосборными бассейнами

рек, так и высотными поясами. В течение всего времени исследования ситуация существенно не изменилась.

### Литература

1. Василенко В.Н., Наумов И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 181 с.
2. Kaasik M. Elemental and base anions deposition in the snow cover of north-eastern Estonia // *Water, Air, and Soil Pollution*. – 2000. – V. 121. – P. 349-366.
3. Walker T.R. et al. Anthropogenic metal enrichment of snow and soil in northeastern European Russia // *Environmental Pollution*. – 2003. – V. 121. – P. 11-21.
4. Кузьмин П.П. Физические свойства снежного покрова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1957. – 179 с.
5. Тентюков М.П. Особенности формирования загрязнения снежного покрова: морозное конденсирование техногенных эмиссий (на примере районов нефтедобычи в большеземельской тундре) // *Криосфера Земли*. – 2007. – Т. XI. – № 4. – С. 31-41.
6. Лосев К.С. др. Проблемы экологии России. – М.: Полит. изд., 2003. – 256 с.
7. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. – М., 1991. – 693 с.
8. Батракова Г.М. Влияние утилизации твёрдотопливных зарядов на загрязнение снегового покрова // *Ползуновский вестник*. – 2004. – № 4. – С. 175-178.
9. Рихтер Г.Д. Снежный покров, его формирование и свойства. – М.: АН СССР, 1945. – 120 с.
10. Брунауэр С. Адсорбция газов и паров. Т. 1. Физическая адсорбция. – М.: ИИЛ, 1948. – 781 с.
11. Павленко И.А., Батоян В.В., Кучумова Н.А. Выявление зон промышленного загрязнения по исследованию снежного покрова // *Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состоянии экосистем*. – М., 1981.
12. Тентюков М.П. Ожелезнение поверхности тундр Центрального Ямала, как природно-техногенный феномен // *Криосфера Земли*. – 2005. – Т. IX. – № 4. – С. 18-28.
13. Шумилова М.А., Жиделева Т.Г. Особенности загрязнения снежного покрова вблизи крупных автомагистралей г. Ижевска // *Вестник Удмуртского университета*. – 2010. – Вып. 2. – С. 90-97.

## **О КЛАССИФИКАЦИИ И МОДЕЛЬНОМ ОПИСАНИИ ДВИЖЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД В ТРЕЩИНОВАТЫХ ПЛАСТАХ**

*М.А. Саттаров, Ш.А. Мирзоев*

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Республики Таджикистан, Душанбе, E-mail: msattarov@mail.ru*

## **ON CLASSIFICATION AND MODEL DESCRIPTION OF THE MOTION OF NATURAL WATERS IN FRACTURED FORMATIONS**

*M.A. Sattarov, Sh.A. Mirzoev*

*Institute of Water Problems, Hydroenergetics and Ecology Academy of Sciences of Tajikistan Republic, Dushanbe, msattarov@mail.ru.*

*В рамках мелкомасштабной пульсации А.Н. Колмогорова предложена новая модель движения реальных природных жидкостей (пресных, минеральных вод и вязких рассолов природных вод) через трещиновато-пористые пласты, которые идеализированы в виде прямолинейных трубок осредненного сечения. Предлагаемая замкнутая система уравнений Навье-Стокса-Рейнольдса и их частные решения позволяют исследовать влияние таких характеристик потока, как шероховатость порового канала, пульсация частиц однородной и неоднородной воды на ее среднюю скорость и расход в трещинах с учетом ньютоновой и вихревой вязкостей, обусловленных формой поперечного сечения и физико-химическими свойствами реальной жидкости.*

*A new model of motion of real natural liquids (fresh, mineral waters, and viscous brines of natural waters) is proposed in the context of A.N. Kolmogorov's small-scale pulsation. Liquids flow through fractured-porous formations idealized in the form of rectilinear tubes of averaged cross-sections. The proposed modified Navier-Stokes-Reynolds systems of equations and their particular solutions make it possible to investigate the influence of the characteristics of the flow, such as the pore channel roughness and pulsations of particles of homogeneous and nonhomogeneous water on its average velocity and flow rate in fractures. The Newtonian and eddy viscosity due to the cross-section shape and the physical-chemical properties of a real liquid are taken into account. Examples of the filtration processes in fresh and mineral waters through porous media of various structures are presented.*

### *Классификация и гидродинамика природных вод в трещиноватых пластах*

Динамические ресурсы поверхностных и подземных пресных вод Таджикистана составляют более 60 тыс. км<sup>3</sup>/год. Из них около 80% поступают в соседние республики Туркменистан и Узбекистан в виде речного стока. Кроме того, просторы высоких горных и предгорных районов

республики богаты источниками – родниками и ключами природных вод. Еще в середине прошлого столетия геологами страны было открыто и исследовано около 300 родников пресных, минеральных и глубинных термальных вод различной классификации, большинство из которых обладают целебными свойствами. В 1972 г. результаты полувековых изысканий были изданы в виде серии многотомных монографий под названием «Гидрогеология СССР», 41-й том которой был посвящен результатам геолого-гидрогеологических исследований в Таджикской ССР. Тогда же была предложена следующая классификация природных источников родниковых вод: очень пресные –  $<0,1$  г/л; пресные –  $0,1-1,0$  г/л (среди них  $0,1-0,3$ ;  $0,3-0,5$ ;  $0,5-1,0$ ); соляные  $1-35$  г/л (среди них  $1-3$ ,  $3-5$ ,  $5-10$ ;  $10-35$ ); рассолы –  $>35$  г/л (среди них  $35-75$ ,  $75-150$  и т.д.).

Дебиты и модули стока, химический и газовый состав родниковых вод, приуроченных к тому или иному литолого-стратиграфическому комплексу пород, классифицировались в соответствии с общепринятыми градациями. Дебиты родников подразделены по интервалам: менее  $0,1$ ;  $0,1-1,0$ ;  $1-5$  л/сек и т.д. Минерализация – менее  $0,1$ ;  $0,1-0,3$ ;  $0,3-0,5$ ;  $0,5-1,0$ ;  $1-3$  г/л и т.д., или с учетом конкретных значений, установленных для данного района: например. Модули трещиноватости подразделяются по интервалом: менее  $1$ ;  $1-5$ ;  $5-10\%$  и т.д. Величины, встречаемость которых превышает  $65\%$  (и более), рассматриваются как преобладающие, фоновые, а ряд пород, характеризующийся сходными фоновыми величинами всех показателей объединяются в укрупненные комплексы-водоносы. Они группируются по специфическим компонентам (углекислые, сероводородные, йодобромные, кремнистые, радоновые), по содержанию растворимых в воде солей (от пресных до крепких рассолов), по содержанию газов (углекислые, сероводородные, азотные, метановые), по температуре (от холодных до очень горячих). В горных районах республики наряду с известными термальными источниками (Шохиамбари, Ходжа-Обигарм, Гармчашма и др.) существуют многие другие, вновь открытые, и не включенные в карту фундаментальной монографии, но которые так или иначе используются в лечебных целях.

В годы полевых изысканий с учетом рельефа и геологического строения территория Таджикистана была разделена на районы с месторождениями полезных ископаемых. Геологи и гидрогеологи занимались в первую очередь поиском важных полезных ископаемых таких, как полиметаллические руды и редкие металлы, уголь, сурьма, ртуть, свинец, медь, вольфрам, флюорит, олово и мышьяк; фосфориты, целестин, строительные материалы, каменная соль, нефть и газ; а также драгоценные металлы – золото и серебро др. При этом особое внимание было уделено также качеству воды существующих и вновь открытых родников, представляющих интерес, в первую очередь, как источник питьевой воды для животноводов. Предварительный статистический анализ показывает, что из 300 зарегистрированных гидрогеологами родников, отраженных на карте 1972 г., около 230 – источники пресной воды, 54 из которых использовались

для нужд местного населения и водопоя скота. Впоследствии было открыто множество пресноводных источников (родников) в окрестностях г. Душанбе, по трассе дорог от столицы в сторону Северного и Юго-Восточного районов республики, включая Бадахшан.

*Особенности модельного описания динамики течения воды в трещиноватых и трещиновато-пористых пластах*

До настоящего времени необходимые гидродинамические критерии для определения границы между геологическими зонами по Таджикистану не установлены. Условно граница верхней зоны проводится по региональному эрозионному врезу – коренному ложу наиболее крупных речных долин, включая «зону захвата». При этом воды, циркулирующие выше регионального вреза, разгружаются в гидрографическую сеть, зависят от геологического строения территории и находятся под интенсивным воздействием физико-географических факторов (климат, рельеф и пр.). В горах граница имеет вид «вертикальной» зональности, поскольку следует за гипсометрией. Воды, циркулирующие ниже регионарного вреза (нижняя зона) в гораздо меньшей степени испытывают влияние внешних физико-географических факторов. Для них характерна (вместе с водами верхней зоны) вертикальная зональность – дифференциация по гидродинамике и химическому составу в разрезе земной коры. Траектории движения отдельных частиц жидкости в микроскопических пустотах-порах пористой среды (песка, супеси и т.д.) носят весьма сложный извилистый характер. В связи с этим процесс фильтрации предлагается рассматривать в рамках теории мелкомасштабной турбулентности [1], где среднестатистические характеристики потока отождествляются с известными характеристиками турбулентного течения в пространстве, состоящем из множества устойчивых однородных решеток.

Для описания гидродинамических характеристик течения природных вод в трещиноватых пластах используем модифицированную замкнутую систему уравнений Навье-Стокса-Рейнольдса в декартовых координатах [2]:

$$\frac{\partial \bar{v}_i}{\partial t} + \frac{1}{\rho} \sum_{j=1}^3 \bar{v}_j \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} = \frac{X_i}{\rho} - \frac{\partial \bar{p}}{\rho \partial x_i} + \nu \Delta \bar{v}_i + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \frac{\tau_{ij}^0}{\rho} + \varepsilon_{ij}^0 \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} + \frac{\varepsilon_{ij}^{\prime 0}}{2} \left( \frac{\partial \bar{v}_i}{\partial x_j} \right)^2 \right] + \dots + \nu N_{ij}^{\pm} \quad (1)$$

где,  $\bar{v}_i$  – компоненты вектора осредненной скорости частиц жидкости в поровых каналах трещин,  $\bar{p}$ ,  $\rho$  и  $\mu$  – давление, плотность и вязкость жидкости,  $X_i$  – проекции объёмных сил в поровом пространстве,  $N_{ij}^{\pm}$  – сумма напряжений, исходящих из неучтенных нелинейных членов уравнения выше 2-ой степени. В системе (1) напряжения Рейнольдса представлены в виде добавочных членов уравнений с коэффициентами:

$$\varepsilon_{ij}^0 \equiv \partial(-\overline{v'_i v'_j}) / \partial(\partial \overline{v}_i / \partial x_j) \Big|_0; \quad \tau_{ij}^0 / \rho = (-\overline{v'_i v'_j}) \Big|_{\partial u_i / \partial x_j = 0} \equiv \nu_*^2;$$

$$\varepsilon_{ij}^{\prime 0} = \partial^2(-\overline{v'_i v'_j}) / \partial(\partial \overline{v}_i / \partial x_j)^2 \Big|_0, \quad (2)$$

которые, следуя феноменологическим теориям турбулентности Буссинеска и Прандтля [2], назовем, соответственно, «кажущейся» (вихревой) вязкостью  $\{cm^2/c\}$ , скоростью касательного напряжения (динамической скоростью)  $\{cm/c\}$  [3], длиной пути смещения воды в трещинах  $\{cm^2\}$ .

Из (1) получим уравнение среднего движения частиц воды в трещиновато-пористой среде:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\overline{v}_1}{dt} &= X - g \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left[ \nu(1 + \overline{\varepsilon}_{xz}) \frac{\partial \overline{v}_1}{\partial z} + \frac{1}{2} \varepsilon_{xz}^{\prime 0} \left( \frac{\partial \overline{v}_1}{\partial z} \right)^2 + \dots + \nu F(x, z) \right], \\ \frac{\partial \overline{v}_1}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v}_3}{\partial z} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $\overline{v}_1, \overline{v}_3$  – проекции скорости фильтрации по направлениям оси  $Ox$  и  $Oz$ ,  $h$  – высота пьезометрического напора,  $F(x, z) = \tau_{xz}^0 / \rho + N(x, z)$  – добавочные напряжения, обусловленные кинематическими и приграничными эффектами в идеализированных поровых каналах трещин.

Среднестатистическая картина траекторий и мелкомасштабные пульсации частиц жидкости в порах дисперсной пористой среды позволяет сравнивать фильтрационный поток с равномерным псевдо турбулентным потоком, имеющим постоянную периодичность во времени и пространстве. При этих допущениях пористую среду можно представить как совокупность капилляров, в которых течение обладает признаками осредненных характеристик турбулентного течения. Тогда пренебрегая нелинейными членами полученных выше уравнений, запишем уравнение (2) для установившегося турбулентного течения в трубчатом ( $\sigma = 1$ ) и плоском ( $\sigma = 0$ ) капилляре в виде [4]:

$$-\overline{\varepsilon}_{z\xi} \overline{v}_\xi + \nu [\tau_{xR_e}^0 + N(\xi)] = gI\xi / (1 + \sigma) \quad (\overline{\varepsilon}_{x\xi} = \nu + \varepsilon_b). \quad (4)$$

Приведем приближенные, удобные для инженерных приложений, решения уравнения (4). А именно, заменим функцию  $\overline{\varepsilon}_{x\xi}(\xi) = \nu + \varepsilon_b(\xi)$

некоторым ее средним значением  $\overline{\overline{\varepsilon}_{x\xi}(\xi)}$  в поле средней скорости потока.

Тогда для закона распределения осредненных скоростей и средней скорости  $V$  получим, соответственно:

$$\overline{v}(\xi) - \overline{v}_e = \frac{gIR^2}{2\nu(1 + \sigma)\overline{\overline{\varepsilon}_{x\xi}(\xi)}} (1 - \xi^2) \quad (5)$$

$$V = \frac{2^\sigma gIR^2}{v\bar{\varepsilon}_{T_{cp}}(1+\sigma)^2(3+\sigma)}; (\bar{\xi} = \xi / R) \quad (5a)$$

С учетом равенства  $\bar{\varepsilon}_{x\xi} = 1 + \bar{\varepsilon}_b$  для коэффициента вихревой вязкости  $\bar{\varepsilon}_b^+ \equiv \bar{\varepsilon}_b$  в поле осредненной и расходной скоростей получим следующие формулы:

$$\bar{\varepsilon}_b(\bar{\xi}) = \frac{gIR^2(1-\bar{\xi}^2)}{2\nu(1+\sigma)\bar{v}(\xi)} - 1 \quad (6)$$

$$\bar{\varepsilon}_{bcp} = \frac{2^\sigma IRat_{cp}}{4(1+\sigma)^2(3+\sigma)} - 1. \quad (6a)$$

Из (6a) видно, что, например, вихревая вязкость  $\bar{\varepsilon}_{bcp}$  в потоке возникает лишь при условии:

$$IRat_{cp} > 2^{2-\sigma}(1+\sigma)^2(3+\sigma) \quad (Rat_{cp} = Re_{cp} / Fr_{cp} = gd^2 / \nu V) \quad (7)$$

или

$$Igd^2 / V > 2^{2-\sigma}\nu(1+\sigma)^2(3+\sigma). \quad (7a)$$

Таким образом, в рамках предлагаемой теории, кажущаяся вязкость  $\varepsilon_{xz}^0(\xi)$  жидкости пористой среды как физическая характеристика потока возникает в поле силы тяжести, градиента давления в сочетании с молекулярной вязкостью  $\nu$ . Если  $\nu = 0$ , т.е. в идеальных жидкостях вихревая вязкость  $\varepsilon_{xz}^0(\xi)$  существует при любых значениях градиента давления, а при  $g=0$ , т.е. вне поля силы тяжести она никогда не возникает.

Сопоставляя формулу (5) с известной в гидравлике формулой Дарси-Вейсбаха для коэффициента  $\lambda$  сопротивления трения по длине капилляра получаем следующие соотношения:

$$\lambda = \frac{2^{4-\sigma}(1+\sigma)(3+\sigma)(1+\bar{\varepsilon}_{xz}^0)}{Re_{cp}} \equiv \frac{2^\sigma I}{Fr_{cp}(1+\sigma)}, \quad (8)$$

Из полученных здесь формул следует влияние формы живого сечения на режим фильтрационного потока: для возбуждения вихревой вязкости в плоском капилляре (щели) ( $\sigma = 0$ ) потребуется в 2 раза меньший градиент давления, чем в цилиндрическом капилляре ( $\sigma = 1$ ).

В литературе [3] получен закон ламинарного движения для случая, когда поток вязкой жидкости течет в трубе образуемой двумя соосными цилиндрами радиусов  $a$  и  $b$ . Согласно уравнению (4) модификация этого закона для среднего движения турбулентного потока в поперечном сечении круглой щели запишется в следующем виде:

$$u(r) = \frac{\rho g \Delta h}{4(\mu + \varepsilon_{cp})L \ln \frac{a}{b}} \left[ (b^2 - r^2) \ln \frac{a}{b} + (a^2 - b^2) \ln \frac{r}{b} \right] \quad (9)$$

и средняя скорость турбулентного потока U:

$$U = \frac{\rho g \Delta h}{8(\mu + \varepsilon_{cp})L} \left[ (a^2 + b^2) + (a^2 - b^2) / \ln \frac{r}{b} \right] \quad (9a)$$

*Закон ламинарного течения в прямой трубе эллиптического сечения был получен Прандтлем в 1904. Модификация этого закона для распределения скоростей среднего движения турбулентности примет вид:*

$$u(r) = \frac{\rho g \Delta h a^2 b^2}{2\mu L (a^2 + b^2)} \left[ 1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right] \quad (10)$$

и осредненная средняя скорость турбулентности U определяется из формулы:

$$U = \frac{\rho g \Delta h a^2 b^2}{4\mu L (a^2 + b^2)} \quad (10a)$$

Ниже в таблицах приведены результаты обработки ряда данных опытов исследователей, в том числе и авторов статьи, в капиллярно-пористых средах. Анализ полученных результатов показывает универсальность полученных модельных формул при исследовании структуры и оценки количественных характеристик фильтрационного потока жидкостей в капиллярах и пористых средах различной формы и классификации.

В таблицах коэффициенты  $\theta$  и C представляют собой частоту турбулентности и коэффициент Шеши.

*Опыты по изучению турбулентных характеристик (аномалий) течения в капиллярах и пористых средах*

1. Модельная обработка первичных данных опытов Н.Ф.Бондаренко.

1.1. Исследования влияния температуры на аномальные характеристики фильтрационного потока. Стекланный капилляр: d = 0,053 см, дважды дистиллированная вода.

T = 20 <sup>0</sup> C ; ν = 0,0101 см <sup>2</sup> / с					T = 40 <sup>0</sup> C ; ν = 0,0066 см <sup>2</sup> / с			
I	U, см/с	$v_{mp} = \nu(1 + \bar{\varepsilon}_{mp})$ см <sup>2</sup> /с	λ	$\theta = U_m / R$ 1/с	U, см/с	$v_{mp} = \nu(1 + \bar{\varepsilon}_{mp})$ см <sup>2</sup> /с	λ	$\theta = U_m / R$ 1/с
0,02	0,12	1,421	144	9,06	0,23	1,135	39,3	17,4
0,03	0,20	1,279	78	15,1	0,36	1,087	24,6	27,2
0,04	0,31	1,100	43,3	23,4	0,50	1,044	16,6	37,7
0,05	0,39	1,093	34,2	29,4	0,63	1,036	13,1	47,5

T = 20 <sup>0</sup> C ; $\nu = 0,0101 \text{ cm}^2 / \text{c}$					T = 40 <sup>0</sup> C ; $\nu = 0,0066 \text{ cm}^2 / \text{c}$			
I	U, cm/c	$\nu_{mp} = \nu(1 + \bar{\varepsilon}_{mp})$ cm <sup>2</sup> /c	$\lambda$	$\theta = U_m / R$ 1/c	U, cm/c	$\nu_{mp} = \nu(1 + \bar{\varepsilon}_{mp})$ cm <sup>2</sup> /c	$\lambda$	$\theta = U_m / R$ 1/c
0,06	0,47	1,088	28,2	35,5	0,76	1,030	10,8	57,4
0,07	0,55	1,085	24,1	41,5	0,89	1,026	9,2	67,2
0,08	0,63	1,083	21,0	47,5	1,02	1,023	8,0	77
0,1	0,80	1,066	16,2	60,4	1,28	1,019	6,35	97
0,12	0,98	1,044	13,0	74,0	1,54	1,017	5,26	116,2
0,15	1,22	1,048	10,5	92,1	1,93	1,014	4,19	145,7

1.2. Исследование аномальных характеристик течения различных жидкостей. Кварцевый капилляр: d = 0, 033 см.

Вода: T = 30 <sup>0</sup> C ; $\nu = 0,0088 \text{ cm}^2 / \text{c}$					Спирт: T = 30 <sup>0</sup> C ; $\nu = 0,012 \text{ cm}^2 / \text{c}$			
I	U, cm/c	$\nu_{mp} = \nu(1 + \bar{\varepsilon}_{mp})$ cm <sup>2</sup> /c	$\lambda$	$\theta = U_m / R$ 1/c	U, cm/c	$\nu_{mp} = \nu(1 + \bar{\varepsilon}_{mp})$ cm <sup>2</sup> /c	$\lambda$	$\theta = U_m / R$ 1/c
0,01	0,03	1,374	719,4	4	0,025	1,113	1036	3
0,02	0,07	1,178	264,3	8	0,05	1,113	518	6
0,03	0,1	1,236	194,2	12	0,075	1,113	345	9
0,04	0,13	1,268	153,2	16	0,1	1,113	259	12
0,05	0,15	1,374	143,9	18	0,125	1,113	207	15
0,075	0,21	1,472	110,1	25	0,19	1,098	134	23
0,1	0,25	1,649	103,6	30	0,27	1,030	89	33
0,15	0,4	1,546	60,7	48	0,38	1,098	67	46
0,2	0,55	1,499	42,8	67	0,52	1,070	48	63
0,25	0,7	1,472	33,0	85	0,65	1,070	38	79
0,3	0,8	1,546	30,3	97	0,78	1,070	32	95
0,35	0,85	1,803	35,4	97	0,95	1,025	25	115

2. Модельная обработка данных опытов Скавинского [5] по изучению течения Слабого раствора хлористого кальция через поры кварцевого песка.

2.1. T=20°C, диаметр частиц кварцевого песка – 0,8-1,0 мм.

I	d, cm	Nu	U	Re	Fr	$\bar{\varepsilon}_{mp} = 1 + \bar{\varepsilon}_d$	$\lambda$	C
0,002	0,1	0,0101	0,106	1,0	0,0001	1,527	34,92	7,90
0,003	0,1	0,0101	0,204	2,0	0,0004	1,190	14,14	12,42
0,005	0,1	0,0101	0,315	3,1	0,0010	1,285	9,89	14,85
0,01	0,1	0,0101	0,81	8,0	0,0067	0,999	2,99	27,00
0,012	0,1	0,0101	1,116	11,0	0,0127	0,870	1,89	33,96
0,018	0,1	0,0101	1,782	17,6	0,0324	0,818	1,11	44,27
0,023	0,1	0,0101	2,576	25,5	0,0676	0,723	0,68	56,62
0,03	0,1	0,0101	3,27	32,4	0,1090	0,743	0,55	62,93

I	d, cm	Nu	U	Re	Fr	$\bar{\varepsilon}_{mp} = 1 + \bar{\varepsilon}_d$	$\lambda$	C
0,038	0,1	0,0101	4,22	41,8	0,1815	0,729	0,42	72,16
0,045	0,1	0,0101	4,91	48,6	0,2458	0,742	0,37	77,15
0,059	0,1	0,0101	6,43	63,7	0,4215	0,743	0,28	88,24
0,068	0,1	0,0101	7,21	71,4	0,5299	0,763	0,26	92,16
0,071	0,1	0,0101	7,53	74,6	0,5780	0,763	0,25	94,20
0,095	0,1	0,0101	10,05	99,5	1,0296	0,765	0,18	108,69
0,107	0,1	0,0101	11,31	112,0	1,3039	0,766	0,16	115,25
0,165	0,1	0,0101	17,42	172,5	3,0933	0,767	0,11	142,95
0,19	0,1	0,0101	19,57	193,8	3,9040	0,786	0,10	149,66
0,2	0,1	0,0101	20,04	198,4	4,0938	0,808	0,10	149,37

2.2. T=20°C, диаметр частиц кварцевого песка – 1,6-2,0 мм.

I	d, cm	Nu	U	Re	Fr	$\bar{\varepsilon}_{mp} = 1 +$	$\lambda$	C
0,003	0,2	0,0101	0,165	3,3	0,0001	5,887	43,24	7,10
0,004	0,2	0,0101	0,248	4,9	0,0003	5,222	25,52	9,24
0,007	0,2	0,0101	0,469	9,3	0,0011	4,832	12,49	13,21
0,008	0,2	0,0101	0,656	13,0	0,0022	3,948	7,29	17,29
0,008	0,2	0,0101	0,696	13,8	0,0025	3,721	6,48	18,34
0,01	0,2	0,0101	0,94	18,6	0,0045	3,444	4,44	22,16
0,014	0,2	0,0101	1,36	26,9	0,0094	3,333	2,97	27,09
0,024	0,2	0,0101	2,3	45,5	0,0270	3,378	1,78	34,99
0,033	0,2	0,0101	3,2	63,4	0,0522	3,339	1,26	41,52
0,04	0,2	0,0101	3,9	77,2	0,0775	3,321	1,03	45,96
0,058	0,2	0,0101	5,6	110,9	0,1598	3,353	0,73	54,81
0,068	0,2	0,0101	6,6	130,7	0,2220	3,336	0,61	59,66
0,082	0,2	0,0101	7,71	152,7	0,3030	3,443	0,54	63,46
0,093	0,2	0,0101	8,56	169,5	0,3735	3,518	0,50	66,16
0,11	0,2	0,0101	9,9	196,0	0,4995	3,597	0,44	70,36
0,122	0,2	0,0101	10,61	210,1	0,5738	3,723	0,43	71,60
0,125	0,2	0,0101	10,75	212,9	0,5890	3,765	0,42	71,67
0,193	0,2	0,0101	15,44	305,7	1,2151	4,047	0,32	82,84
0,22	0,2	0,0101	16,94	335,4	1,4626	4,205	0,30	85,13

2.3. T=20°C, диаметр частиц кварцевого песка – 2,0-3,0 мм.

I	d, cm	Nu	U	Re	Fr	$\bar{\varepsilon}_{mp} = 1 + \bar{\varepsilon}_d$	$\lambda$	C
0,0054	0,3	0,0101	0,29	8,6	0,0003	13,565	37,79	7,89
0,007	0,3	0,0101	0,45	13,4	0,0007	11,332	20,35	10,76
0,012	0,3	0,0101	1,00	29,7	0,0034	8,742	7,06	18,26
0,013	0,3	0,0101	1,13	33,6	0,0043	8,381	5,99	19,82
0,02	0,3	0,0101	1,94	57,6	0,0128	7,510	3,13	27,44
0,025	0,3	0,0101	2,43	72,2	0,0201	7,494	2,49	30,74
0,033	0,3	0,0101	3,23	95,9	0,0354	7,443	1,86	35,56

I	d, cm	Nu	U	Re	Fr	$\bar{\varepsilon}_{mp} = 1 + \bar{\varepsilon}_{\sigma}$	$\lambda$	C
0,038	0,3	0,0101	3,72	110,5	0,0470	7,441	1,62	38,17
0,039	0,3	0,0101	3,55	105,4	0,0428	8,003	1,82	35,95
0,057	0,3	0,0101	5,02	149,1	0,0856	8,271	1,33	42,05
0,058	0,3	0,0101	4,99	148,2	0,0846	8,467	1,37	41,44
0,06	0,3	0,0101	5,16	153,3	0,0905	8,471	1,33	42,13
0,064	0,3	0,0101	5,38	159,8	0,0983	8,666	1,30	42,53
0,07	0,3	0,0101	5,95	176,7	0,1203	8,570	1,16	44,98
0,093	0,3	0,0101	7,35	218,3	0,1836	9,217	1,01	48,20
0,117	0,3	0,0101	8,66	257,2	0,2548	9,842	0,92	50,64
0,119	0,3	0,0101	9,00	267,3	0,2752	9,632	0,86	51,08
0,172	0,3	0,0101	13,00	386,1	0,5742	9,638	0,60	54,73
0,197	0,3	0,0101	14,50	430,7	0,7144	9,897	0,55	56,82
0,21	0,3	0,0101	15,00	445,5	0,7645	10,199	0,55	57,74

3. Модельная обработка данных опытов М.А.Саттарова и И.Б. Муратова по изучению течения дистиллированной воды через поры речного песка.

3.1. T=20°C, диаметр частиц песка – 0,25-0,50 мм.

I	d, cm	Nu	U	Re	Fr	$\bar{\varepsilon}_{mp} = 1 + \bar{\varepsilon}_{\sigma}$	C
0,01	0,05	0,0101	0,005	0,0248	0,0000	15,176	39240
0,02	0,05	0,0101	0,013	0,0644	0,0000	11,674	11609
0,03	0,05	0,0101	0,024	0,1188	0,0000	9,485	5109
0,04	0,05	0,0101	0,036	0,1782	0,0000	8,431	3028
0,05	0,05	0,0101	0,045	0,2228	0,0000	8,431	2422
0,06	0,05	0,0101	0,05	0,2475	0,0001	9,106	2354
0,07	0,05	0,0101	0,056	0,2772	0,0001	9,485	2190
0,08	0,05	0,0101	0,063	0,3119	0,0001	9,636	1977
0,09	0,05	0,0101	0,08	0,3960	0,0001	8,537	1380
0,1	0,05	0,0101	0,095	0,4703	0,0002	7,988	1087
0,15	0,05	0,0101	0,15	0,7426	0,0005	7,588	654
0,2	0,05	0,0101	0,2	0,9901	0,0008	7,588	491
0,3	0,05	0,0101	0,3	1,4851	0,0018	7,588	327

3.2. T=20°C, диаметр частиц песка – 1,0-2,0 мм.

I	d, cm	Nu	U	Re	Fr	$\bar{\varepsilon}_{mp} = 1 + \bar{\varepsilon}_{\sigma}$	$\lambda$
0,005	0,2	0,0101	0,0025	0,0495	0,0000	242,822	313920
0,01	0,2	0,0101	0,007	0,1386	0,0000	173,444	80082
0,02	0,2	0,0101	0,015	0,2970	0,0000	161,881	34880
0,03	0,2	0,0101	0,024	0,4752	0,0000	151,764	20438
0,04	0,2	0,0101	0,032	0,6337	0,0000	151,764	15328
0,05	0,2	0,0101	0,04	0,7921	0,0000	151,764	12263
0,06	0,2	0,0101	0,045	0,8911	0,0000	161,881	11627
0,07	0,2	0,0101	0,049	0,9703	0,0000	173,444	11440
0,08	0,2	0,0101	0,056	1,1089	0,0000	173,444	10010

0,09	0,2	0,0101	0,068	1,3465	0,0000	160,691	7638
0,1	0,2	0,0101	0,083	1,6436	0,0000	146,278	5696
0,15	0,2	0,0101	0,135	2,6733	0,0001	134,901	3230
0,2	0,2	0,0101	0,2	3,9604	0,0002	121,411	1962
0,3	0,2	0,0101	0,3	5,9406	0,0005	121,411	1308

*Заключение.* Предложенная авторами замкнутая модифицированная система уравнений Навье-Стокса-Рейнольдса позволяют глубже изучить влияние таких характеристик потока, как извилистость порового канала, шероховатость пульсации частиц однородной и неоднородной природной воды на количественные параметры средней величины расход подземного источника с учетом ньютонова и вихревой вязкостей, обусловленной формой поперечного сечения и физико-химическими свойствами реальных жидкостей.

### **Литература**

1. Колмогоров А.Н. // Докл. АН СССР. – 1941. – Т.30. – №4. – С. 299-303.
2. Саттаров М.А. Гидромеханические аспекты изучения структуры турбулентного потока с поперечным сдвигом в каналах и пористых средах // Вісник Харківського національного університету. – 2009. – № 863. – С. 190-201.
3. Проблемы турбулентности. – М.: ОНТИ, 1936. – 332 с.
4. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – М.: «Наука», 1977. – 664 с.
5. Саттаров М.А. Некоторые модели фильтрации в пористых средах // Докл. АН СССР. – 1972. – Т. 203. – № 1. – С. 54-57.
6. М.А.Саттаров. Реология и законы фильтрации // Сборник трудов Института гидродинамики им. М.А Лаврентьева СО РАН. – Новосибирск, 1999. – С.159-169.
7. Н.Ф.Бондаренко. Физика движения подземных вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 215 с.
8. R. Skawinski // Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Tech. – 1971-1972.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОРОШЕНИЯ НА ПЛОДОРОДИЕ ЗЕМЕЛЬ АРИДНЫХ ЗОН**

*М.А. Самтаров, М.К. Самтарова*

*Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Республики Таджикистан, Душанбе,  
msattarov@mail.ru*

## **INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF LOW-TEMPERATURE IRRIGATION SOURCES ON THE FERTILITY OF ARID ZONE LANDS**

*M.A. Sattarov, M.K. Sattarova*

*Institute of Water Problems, Hydroenergetics and Ecology Academy of Sciences of Tajikistan Republic, Dushanbe,  
msattarov@mail.ru*

*Изложены результаты теоретических и данные опытных наблюдений по изучению влияния полива на продуктивность однолетних культур (риса и хлопчатника) из низкотемпературных источников поверхностных вод из глубоких горных водохранилищ ГЭС Таджикистана. Установлено существенное влияние чистой холодной воды, в т.ч. и артезианских вод, на агрофизические показатели орошаемых плантаций аридных зон. Результаты опытов и натуральных наблюдений интерпретированы математическим описанием процессов тепло- и массообмена зоны аэрации почвогрунтов, движения струи воды по борозде, построением оптимальных моделей динамики роста, развития и продуктивности однолетних культур.*

*The results of theoretical models and experimental observations to study the influence of irrigation from low-temperature surface water sources of deep mountain water reserves of Tajikistan hydropower plants on the productivity of one-year plants (rice and cotton) are presented. It is found that pure cold water, in particular, artesian water, has a significant influence on the agrophysical data of irrigated plantations in arid zones. The results of the experiments and natural observations are interpreted by mathematical description of the processes of heat and mass exchange in the soil aeration zone, the water jet motion in the furrow, and the construction of optimal models of the dynamics of growth, development, and productivity of one-year plants.*

*О мелиоративных характеристиках водохранилища Нурекской ГЭС*

С образованием водохранилища Нурекской ГЭС (объем 10,5 км<sup>3</sup>) и строительством туннелей Вахш-Яван (7,4 км) – Обикик (5) и Вахш-Дангара (14 км), пропускная способность которых составила 60 и 100 м<sup>3</sup>/с воды, соответственно, впервые получили живительную влагу р. Вахш плодородные

земли ряда южнотаджикских безводных межгорных впадин с площадью более 300 тыс. га [1]. Климат этих впадин – континентальный с долгим сухим летом и прохладной короткой зимой, с большими суточными и сезонными колебаниями температур. Температура поверхности почвы летом достигает +42°С. Сумма эффективных (>10°) температур длительного вегетационного периода (>350 суток) более 4100-4500°С, что позволяет выращивать хлопок или получить 2-3 урожая других полноценных видов культур [2].

Глубоководные водохранилища ГЭС и регулирование ими стока горных рек Таджикистана и Кыргызстана решают жизненно важные проблемы дешевой энергии и сезонного регулирования пресных оросительных вод в Средней Азии. Однако образование таких водоемов в горах обуславливает проявление новых побочных явлений, которые со временем так или иначе начинают влиять на гидрофизические, гидролого-гидрогеологические характеристики, и, в целом, на гидроагроэкосистему района. Сложность орографии и рельефа местности и связанные с ними колебания температуры, влажности воздуха, осадков и испарения по горизонтали и вертикали, множество ледников и вытекающих из них горных рек обусловили уникальные природные условия в межгорных долинах, среди них особо выделяется значительное отклонение температуры речной воды от температур почвы и воздуха над ней (табл. 1).

Так например, отбор воды из водохранилища Нурекской ГЭС для Вахш-Дангаринского туннеля берется из глубины более 50 метров и температура воды у выходного портала туннеля равна около 11°С в июле-августе, в то время, как до регулирования стока реки она составляла 14-15°С и выше.

**Таблица 1 – Температура воздуха, воды, почвы и грунтовых вод в долинах, прилегающих к водохранилищу Нурекской ГЭС (в начале вегетационного периода)**

Температура среды	Март	Апрель	Май
Воздуха, T °С	11	17	23
Почвы на глубине: 0,0; 0,2 и 0,4 м	12; 11,5; 11,4	20; 17,3; 16,6	28; 24,2; 23
Речных и грунтовых вод	6-8; 15,2	9-11; 14,6	12-14; 13,1

Оказалось, что в горных странах динамика термических ресурсов почвы и их влияние на сроки созревания и продуктивность культур, особенно риса и хлопчатника, почти неизученной. Такая ситуация имеет место также и в районах, где полив производится подземными водами с температурой 15-16°С. Большое отклонение температуры поливной воды от температур почвы и воздуха не имеет место в аридных степях Туркмении и Узбекистана. Отмеченные выше свойства горной воды усиливаются и в связи с регулированием стока р. Вахш: на нижнем бьефе Нурекской плотины

произошло резкое сокращение (почти в 30 раз) количества взвешенных наносов в потоке поливной воды, кроме того, минимальная температура ее переместилась с января-февраля на март-май (табл. 2-3).

**Таблица 2 – Среднеквартальные и среднегодовые величины взвешенных наносов в потоке воды р. Вахш, п. Туткаул-Саригузар, г/м<sup>3</sup>**

Периоды	I-III	IV-VI	VII-IX	X-XII	Среднегодовая
1938-1970	164	4124	6797	145	>4500
1974-1982	27	98	185	90	150

Изменение гидрологического и термического режима р. Вахш на нижнем бьефе плотины Нурекской ГЭС существенно изменили и агрофизические характеристики почв зоны аэрации, где сток реки очищен от взвешенных наносов и температура воды в каналах в жаркое лето не выше 10-14°C. В поле перестали поступать 10-40 т/га богатые минералами наносы, сток, потеряв былую способность кольматажа, усилил размывающую и вертикально проникающую способность чистой воды в супесчаных и суглинистых почвах.

**Таблица 3 – Среднемесячная и среднегодовая температуры воды на нижнем бьефе Нурекской плотины до и после регулирования стока р.Вахш**

Периоды	XII-I	II	III	IV	V	VI	VII-VIII	IX	X	XI	Средняя
1938-1970	2,8	3,6	7,3	11	12,1	13	14,8	13,6	10,5	5,7	9,5
1974-1992	9,1	6,4	6,4	9,4	12,5	14,5	15,5	15,2	14,5	12,5	11,8

Наши натурные наблюдения в производственных условиях полива по бороздам показали, что скорость впитывания чистой воды в грунт при движении ее по борозде в зависимости от структуры почвы в среднем в 2-4 раза выше, что соответствует результатам лабораторных испытаний [3], где скорость впитывания может быть до 10 раз больше, чем фильтрация «мутной» воды в толщах суглинистых грунтов.

Это явление привело к увеличению объема подачи воды на единицу площади и к ускоренному подъёму уровня грунтовых вод во вновь орошаемых массивах. Например, в центре долины УГВ с 20-30 м поднялся до 3-5 м от дневной поверхности за 5-7 лет, а не за 17, как отмечалось в проекте освоения (табл. 4).

**Таблица 4 – Динамика изменения площадей с различной глубиной залегания уровня грунтовых вод в Яванской долине, по летним замерам, площадь тыс. га/%**

УГВ, м	1968	1974	1980	УГВ, м	1968	1974	1980
0-1	0	0,3/0,6	3,7/8,5	5-10	5,7/13,2	3,85/8,9	5,3/12,2
1-3	4,9/11,3	4,2/9,7	5,65/13,1	10-20	5,1/11,8	7,95/18,4	5,25/12,1
3-5	2,3/5,4	5,95/13,7	16,7/38,6	> 20	25,3/58,4	21,05/48,7	6,7/15,5

Подъём грунтовых вод на юге долины в зависимости от времени и степени его природного увлажнения выражался параболической функцией:  $h(t) = h_0 - at^2$ , где  $h(t)$  – глубина грунтовых вод в момент времени  $t$  от начала полива,  $h_0$  – исходная глубина залегания грунтовых вод от зоны аэрации перед началом орошения, размерный коэффициент  $a$  ( $\text{м}/\text{т}^2$ ) показывает степень ускоренного подъема УГВ в массиве,  $t$  – время (в годах).

В частности, для ряда характерных скважин в центре и на юге Яванской долины, величина  $a$  и коэффициент регрессии  $R$  уравнения, вычисленные методом наименьших квадратов, следующие:

скв. 18.  $h_0 = 45.34 \text{ м}$ ,  $a = 8.598$ ,  $R = 0.976$ ;

скв. 19.  $h_0 = 36.18 \text{ м}$ ,  $a = 0.110$ ,  $R = 0.973$ ;

скв. 30.  $h_0 = 30.85$ ,  $a = 0.187$ ,  $R = 0.994$ .

Далее в исследуемом массиве после частичного регулирования нормы полива, линия зависимости УГВ от  $t$  приобретала прямолинейную форму. Из таблицы 4 видно, что в 1983 г., т.е. через 15 лет после орошения на 20 тыс. га грунтовые воды достигли критической глубины – 2,5-3 м, откуда происходит интенсивное испарение, обуславливающее вторичное засоление почвы. В результате ускоренного насыщения плодородных слоев зоны аэрации сравнительно прохладной водой произошли значительные потери термических ресурсов в корнеобитаемых слоях орошаемых земель региона, прежде всего, в начале вегетации, в период посев-всходы, когда нужна теплая влага. В таблице 5 показана зависимость времени всходов семян хлопчатника от температуры почвы, куда они попали.

**Таблица 5 – Зависимость продолжительности интервала времени посев-всходы (дни) от температуры воздуха на поверхности почвы при посеве хлопчатника**

T, °C	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Оголенные семена	–	17	13	12	11	10	9	8	7	7
Опущенные семена	25	20	16	14	13	12	11	10	9	8
Разность	25	3	3	2	2	2	2	2	2	1

Далее повышенные нормы полива привели к снижению растворяющих способностей холодной (<18-15°C) воды по отношению к минеральным удобрениям и другим питательным биохимическим компонентам почвы и замедлению их усвояемости растением. В частности, как свидетельствуют наблюдения 1985-1990 гг., все эти факторы стали причиной заболевания и снижения темпов роста и развития хлопчатника, запаздывания срока созревания коробочек, снижения качества хлопка сырца на юге республики.

На основе данных агрометеорологов в марте-июне, когда развитие корневой системы хлопчатника происходит на глубине 7-50 см, нами показано, что суммарный термический ресурс данного слоя за 122 сут. равен 2600°C, а теплоресурс поливной воды в эти месяцы –1250-1500°C, разность потери тепла за 122 суток составляет 1100-1350°C. В самых северных хлопкосеющих областях северного полушария (в Каракалпакской республике, Хоразмской и Бухарской областях Узбекистана) аналогичная оценка потери тепла за этот период даёт 700-950°C. Причиной такого расхождения является то, что с удалением от низкотемпературных источников влаги (ледников) температура воды наряду с другими физическими характеристиками приближается к температуре природной среды солнечной степи: температура воды в необлицованных бетоном каналах, которые насыщены наносами размыва по пути движения, в среднем на 4-6°C выше, чем в водоводах высокогорья.

*Некоторые модели влияния низкотемпературной воды на динамику роста и развития однолетних культур*

Рассмотрим дифференциальное уравнение переноса тепла и плотности теплового потока:

$$c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) - \kappa \frac{\partial T}{\partial z} + f(z, t), \quad (1a);$$

$$c \frac{\partial q}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 q}{\partial z^2} - \kappa \frac{\partial q}{\partial z} + \varphi(z, t), \quad (1б)$$

где  $T$  и  $q$  – температура и плотность (интенсивность) теплового потока грунта мощности  $L$ ;  $\kappa$  и  $\lambda(z)$  – коэффициенты впитывания влаги и теплопроводности грунта зоны аэрации.

Из уравнения (1a) получим частные решения распределения температуры в глубь зоны аэрации при стационарных условиях для  $\lambda(z) = \lambda_0(l + az)^\beta$ :

$$T(z) = T_0 - \frac{(T_0 - T_l)(1 + az/l)^{1-\beta} - 1}{(1+a)^{1-\beta} - 1}, \quad \beta \neq 1;$$

$$T(z) = T_0 - \frac{(T_0 - T_l) \ln(1 + az/l)}{\ln(1+a)}, \quad \beta = 1,$$

где  $T_0$  – температура на поверхности почвы, при  $z = 0$ , и  $T_l$  – температура на глубине залегания уровня грунтовых вод при  $z = l$ .

В [4] получены аналитические решения линейных уравнений (1а) и (1б) при периодических поливах. В частности, для изучения влияния температуры поливной воды на температурный режим поверхности почвы при сплошном поливе рисовых чеков решение уравнения (1б) дает следующее выражение:

$$T_0(t) = T_{00} - Ae^{-\frac{k^2}{4\lambda c}} - (q_0 - q_{00})\psi_0(t) \quad (2)$$

$$\psi_0(t) = \frac{kt}{2\lambda c} - \frac{2c}{k} \operatorname{erf} \frac{k\sqrt{t}}{2\sqrt{\lambda c}} + \frac{k}{2\lambda\sqrt{\pi}} \left[ t \operatorname{erf} \frac{k\sqrt{t}}{2\sqrt{\lambda c}} + \frac{4\lambda c}{k^2} \left( te^{-\frac{k^2 t}{4\lambda c}} + \frac{4\lambda c}{k^2} \left( e^{-\frac{k^2 t}{4\lambda c}} - 1 \right) \right) \right] \quad (2a)$$

Отсюда видно, что скорость впитывания влаги при поливах ( $k \neq 0$ ) существенно влияет на динамику термического режима поля.

#### *О моделях полива земель со структурно-неустойчивым грунтами*

Пусть орошаемое поле со структурно-неустойчивой толщей грунта представляет собой область  $D$  с изменяющейся по времени  $t$  площадью  $\omega[x(t), y(t)]$ , а объемы и скорости впитывания и испарения  $W$  и  $w$ ,  $E$  и  $e$ , соответственно, являются непрерывными функциями переменных координат плоскости  $x, y$  и времени  $t$ .

В силу закона сохранения массы для объема (стока)  $Q(t)$  и расхода воды  $q = Q'(t)$  получим следующие уравнения, соответственно:

$$Q(t) = \omega(x, y)h(x, y, t) + \iint_D [W(\xi, \eta, t) + E(\xi, \eta, t)] d\xi d\eta \quad (3)$$

и

$$q(t) = [\omega(x, y)h(x, y, t)]_t + \iint_D [w(\xi, \eta, t) + e(\xi, \eta, t)] d\xi d\eta \quad (3a)$$

где  $h = h(x, y, t)$  – высота слоя воды на поверхности площади  $\omega$ ,  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$ .

Дадим полуэмпирическое решение задачи об оптимизации полива по борозде при равномерном увлажнении почвы при заданной скорости струи, с учетом опытного закона Костякова о впитывании влаги в почву:

$$V(t) = k + a/t^\alpha, \quad a > 0, \quad 0 < \alpha \leq 1 \quad (4)$$

$$Q(t)/U = \omega t + Pat^{2-\alpha}/(1-\alpha)(2-\alpha) + Pkt^2/2, \quad 0 < t < T; \quad (5)$$

здесь  $P$ ,  $\omega$  – периметр и площадь живого сечения струи,  $Q(t)$  – оптимальный объем подачи воды,  $U$  неразмывающая скорость струи в борозде,  $\kappa$  – коэффициент установившейся фильтрации в грунт (м/сутки),  $T = L/U$  – время, при котором струя достигает конца борозды длиной  $L$ . Отметим, что наиболее выгодным является прямоугольное сечение борозды.

Аналогично, принимая опытный закон впитывания Хортон –  $V = c + de^{-\beta t}$ , где  $c, d - const, \beta > 0$ , получаем следующую формулу для  $Q(t)$ :

$$Q(t) = V \left( at + d / \beta^2 e^{-\beta t} + ct^2 / 2 \right), \quad 0 < t < T \quad (6)$$

#### *Научно-производственные опыты*

Систематические целенаправленные опыты по изучению влияния низкотемпературных (подземных) источников орошения на динамику роста, развития и урожайность хлопчатника проводились в течение 1985-1987 гг. в производственных объектах I и II Бухарской области, где температура подземных вод близка к температуре воды юга Таджикистана. Каждый объект был разделен на три делянки (табл. 6-9).

**Таблица 6 – Площадь делянок в объектах I и II, га**

Делянки	Источник полива	Площадь делянок, га	
1	подземные воды	1,7	1,1
2	подземная и речная вод	0,8	1,1
3	речная вода	1,2	1,3

**Таблица 7 – Динамика роста температуры артезианской воды при движении ее по борозде длиной 180 м.**

Делянка 1 Объект №1, температура почвы на глубине 20 см и оросительной подземной воды в борозде, °С

Месяц, год	Почвы	В начале	В середине	В конце
06.06.1985	22,3	15,5	18,8	19,2
26.06.1985	24,0	15,7	21,1	23,7
15.07.1985	25,6	15,4	18,6	21,7
03.08.1985	27,8	15,2	21,2	21,4
17.08.1985	28,4	15,5	18,2	19,6

**Таблица 8 – Динамика роста температуры речной воды при движении ее по борозде длиной 180 м.**

Делянка 3, объект №1, температура почвы на глубине 20 см и оросительной арычной воды в борозде, °С

Месяц, год	Почвы	В начале	В середине	В конце
08.06.1985	22,3	20,7	22,4	25,5
25.06.1985	24,0	24,5	24,2	24,2
13.07.1985	25,6	24,7	26,0	25,7
02.08.1985	27,8	24,8	25,1	24,1
18.08.1985	28,4	23,7	22,7	21,6

**Таблица 9 – Урожайность хлопкового поля объектов I и II, 1986-1987 гг., ц/га**

Годы	Объект I		Объект II	
	подзем. вода	речная вода	подзем. вода	речная вода
1986	34,45	39,0	36,2	39,9
1987	27,0	31,2	36,0	39,8

Отсюда видно, что полное созревание плодов (коробочек) хлопчатника на делянке, где орошение производилось из подземных вод, отстает на 7-12 дней, а урожайность плантации снижается на 3,5-4,5 ц/га.

Обнаружено, что особенно пагубным для урожайности хлопчатника является снижение температуры поливной воды на 4-6°С при высоких температурах поверхности почвы. Это приводит к проявлению заметных сил термического градиента в корнеобитаемом слое почвы – надпочвенная часть растения испытывает высокий «парниковый» эффект испарения и транспирации. Установлено, что непрерывный полив с затоплением борозды без очередной своевременной агротехнической обработки почвы (и без удобрений) является одной из главных причин выпадения цветков и молодых завязей хлопчатника в период от 20 июля по 15 августа, когда в регионе стоит самая жаркая погода.

На основе базы данных систематических наблюдений за ростом хлопчатника, плодоносных ветвей и массой хлопка в спелых коробочках методами статистического моделирования установлено влияние низкотемпературных источников полива на динамику роста и урожайности хлопчатника. В результате обработки этих данных и выравнивания их множеством функциональных представлений построены оптимальные функции:

$$x(t) = at^\alpha \exp(-ct^\beta) \quad (7a)$$

$$x(t) = at^\alpha / (1 + t^{n+1}) \quad (7б)$$

которые достаточно хорошо описывают динамику роста, развития и урожайности хлопчатника, а также и других однолетних культур.

Наблюдения показывают, что в горных условиях при выращивании риса в полосе последовательных чеков, где подача холодной воды начинается с первого чека и последовательно передается к следующему, созревание урожая отстает в первых 2-3 чеках от остальных.

### *Выводы*

1. В условиях Центральной Азии, прежде всего в горных областях региона, установлена существенная зависимость динамики роста, урожайности хлопчатника от источников орошения.

2. Использование низкотемпературных подземных (артезианских) вод (16-18°) в начале вегетации, первые поливы, а затем использование речной воды (24-28°С) в последующих поливах практически не снижает урожайность.

3. Своевременное внесение удобрений а также обогащение прозрачной артезианской воды наносами, т.е. повышение ее мутности устраняет отрицательные эффекты подземных вод в сельском хозяйстве.

4. Предложены новые решения моделей тепломассобмена для оптимизации продуктивности орошаемого поля.

5. Статистически установлены 3-х параметрические математические модели роста и продуктивности однолетних культур на примере целенаправленных научно-производственных исследований в хлопковых плантациях Средней Азии, которые являются обоснованными прототипами известных физических моделей Робертсона, Полетаева и др.

6. Предложены новые полуэмпирические модели движения воды по борозде с учетом процесса впитывания влаги вертикально вниз в зону аэрации.

7. Наблюдения показывают, что в горных условиях выращивание риса в полосе последовательных чеков отстает в первых 2-3-х чеках от остальных.

### **Литература**

1. Таджикистан. Природа и природные ресурсы. – Душанбе: Дониш, 1982. – 601 с.
2. Особенности водно-теплового режима почвогрунтов в межгорных и предгорных долинах, примыкающих к низкотемпературным источникам орошения // Изв. АН ТаджССР, Отд. физ.-мат. хим. и геол. наук. – 1984. – № 4 – С. 31-37.
3. Блэк К.А. Растение и почва. – М., Колос, 1973. – С. 29.
4. М.А.Саттаров и др. Некоторые задачи гидроагрофизики в Среднеазиатской аридной зоне // Фильтрация и массоперенос в пористых средах. Вып. 90. – Новосибирск, 1989. – С. 120-132.

5. Засоление почв Вахшской долины и меры борьбы с ним. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – 353 с.
6. Нерпин С.В. Физика почвы. – М.-Л.: Наука, 1983. – 583 с.
7. Карслоу Г., Егор Д. Теплопроводность твердых тел. – М.: Наука, 1964. – 487 с.
8. Куртнер Д.А., Чудновский А.Ф. Агрометеорологические основы тепловой мелиорации почв. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 231 с.
9. Полубаринова-Кочина П.Я., Пряжинская В.Г., Эмих В.Н. Математические методы в вопросах орошения. – М.: Наука, 1969. – 414 с.
10. Мирцхулава Ц.Е. Основы физики и механики эрозии русел. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 303 с.
11. Sattarov M.A. et al. Experimental and model investigations of the silting process in the reservoir of Nurek hydroelectric power station // Proc. XXX IAHR Congress, Thessaloniki, Theme C, vol. II. – Greece, 2003 – P. 799-806.

## **ОЦЕНКА ВЕЛИЧИН ЭМИССИИ АЭРОЗОЛЕЙ ГОРЬКО-СОЛЕННЫМИ ОЗЕРАМИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

*А.С. Сафатов<sup>1\*</sup>, Г.А. Буряк<sup>1</sup>, С.Е. Олькин<sup>1</sup>, И.К. Резникова<sup>1</sup>, Ю.В. Марченко<sup>1</sup>, Б.М. Десятков<sup>1</sup>, Н.А. Лаптева<sup>1</sup>, И.С. Андреева<sup>1</sup>, А.С. Козлов<sup>2</sup>, С.Б. Малышкин<sup>2</sup>, И.А. Суторихин<sup>3</sup>, В.И. Букатый<sup>3</sup>, С.А. Литвиненко<sup>3</sup>, Б.С. Смоляков<sup>4</sup>, М.П. Шинкоренко<sup>4</sup>*  
<sup>1</sup> – ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», Кольцово, Новосибирская область,  
<sup>2</sup> - ИХКуГ СО РАН, Новосибирск, <sup>3</sup> – ИВЭП СО РАН, Барнаул,  
<sup>4</sup> – ИНХ СО РАН, Новосибирск

## **THE ESTIMATION OF AEROSOL EMISSIONS BY BITTER-SALTY LAKES IN THE ALTAI TERRITORY**

*A.S. Safatov<sup>1\*</sup>, G.A. Buryak<sup>1</sup>, S.E. Olkin<sup>1</sup>, I.K. Reznikova<sup>1</sup>, Yu.V. Marchenko<sup>1</sup>, B.M. Desyatkov<sup>1</sup>, N.A. Lapteva<sup>1</sup>, I.S. Andreeva<sup>1</sup>, A.S. Kozlov<sup>2</sup>, S.B. Malyshkin<sup>2</sup>, I.A. Sutorihin<sup>3</sup>, V.I. Bukatyi<sup>3</sup>, S.A. Litvinenko<sup>3</sup>, B.S. Smolyakov<sup>4</sup>, M.P. Shinkorenko<sup>4</sup>*  
<sup>1</sup> – Federal Budgetary Research Institution State Research Centre of Virology and Biotechnology «Vector», Koltsovo, Novosibirsk rgn, <sup>2</sup> – Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, <sup>3</sup> – Institute for Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the RAS, Barnaul, <sup>4</sup> – Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk  
 corresponding author: safatov@vector.nsc.ru

*Проведено комплексное экологическое исследование проб воды и воздуха прибрежной территории двух горько-соленых озер Алтайского края летом 2011 года.*

*The complex ecological study of water and near shore air samples of two bitter-salty lakes territory of Altai region in the summer of 2011 was conducted.*

Соленые озера – уникальные экологические системы. В литературе представлены результаты изучения химического и биологического состава воды таких озер, приведены оценки поступления в них как из газовой фазы, так и из аэрозоля некоторых химических соединений [1-3], показана эмиссия в приземный слой атмосферы ряда химических соединений в газовой фазе [4]. В работе представлена оценка суммарной эмиссии аэрозоля с поверхности двух горько-соленых бессточных озер Западной части Алтайского края – Кучукского озера (КО) и Большого Ярового озера (БЯО).

В районе каждого из озер была развернута сеть проботоотбора (одна точка с наветренной и 4 – с подветренной стороны) и осуществлен одновременный отбор проб во всех точках (табл. 1), которые осуществляли на фильтры прокачкой воздуха на три автономных проботоотборника ПВП-50 (побудитель вакуума ротационный) с объемным расходом 50 л/мин. Отметим, что зимой БЯО только частично покрыто льдом, а КО не замерзает вообще.

**Таблица 1 – Координаты точек измерения летом 2011 г.**

Кучукское озеро, 13 июля			Большое Яровое озеро, 14 июля		
Точка	Широта	Долгота	Точка	Широта	Долгота
1.1	52 42 31,8	79 40 29,7	2.1	52 53 10,8	78 40 07,2
1.2	52 46 43,5	79 47 34,3	2.2	52 53 48,4	78 40 34,8
1.3	52 46 52,0	79 49 17,1	2.3	52 55 07,4	78 42 29,5
1.4	52 45 33,0	79 55 12,9	2.4	52 56 07,2	78 48 15,8
1.5	52 47 50,3	79 57 55,2	2.5	52 52 20,4	78 33 00,6

Дополнительно в ближайшей к озеру точке с подветренной стороны располагался комплекс измерения концентрации и дисперсного состава аэрозолей, включающий диффузионный спектрометр аэрозолей (производства ИХКГ СО РАН) и фотозлектрический счетчик аэрозолей «Grimm 1.109» (Grimm Aerosol Technik GmbH, Германия). Отобранные пробы аэрозоля, как и пробы воды из озер исследовались флуоресцентным методом [5] на присутствие суммарного белка, разнообразных жизнеспособных микроорганизмов (культивированием на различных питательных средах и молекулярно-биологическими методами) [6] и ионный состав (ионной хроматографией) [7]. Для оценки величин эмиссии аэрозолей по измеренным значениям концентрации для каждого вещества решалась

обратная задача – вычислялся поток этого вещества с поверхности суши и с поверхности воды. Для этого использовался разработанный ранее пакет прикладных программ [8].

Массовая концентрация аэрозоля оценивалась по счетному распределению аэрозоля по размеру со средней плотностью частиц  $2 \text{ г/см}^3$ . Концентрация и дисперсный состав исследуемого аэрозоля во время измерений на БЯО слабо изменялись во времени и составляли в среднем  $13,23 \pm 4,06 \text{ мкг/м}^3$ . Величины  $\text{PM}_{10}$  и  $\text{PM}_{2,5}$  составляли, соответственно,  $12,58 \pm 1,96$  и  $6,99 \pm 0,78 \text{ мкг/м}^3$ . Массовая концентрация аэрозоля во время измерений на КО была значительно выше (из-за поднятой ветром пыли). Она заметно уменьшилась к концу проведения измерений с примерно 200-500 до  $6-10 \text{ мкг/м}^3$  и составляла в среднем  $157,11 \pm 180,64 \text{ мкг/м}^3$ . О присутствии в воздухе большого количества крупных частиц свидетельствуют средние за время проведения измерений величины  $\text{PM}_{10}$  и  $\text{PM}_{2,5}$ , которые составляли, соответственно,  $27,77 \pm 24,26$  и  $4,22 \pm 2,51 \text{ мкг/м}^3$ , в зимний период величины  $\text{PM}$  ( $\approx \text{PM}_{10}$ ) и  $\text{PM}_{2,5}$  –  $12,12 \pm 3,38$  и  $11,38 \pm 2,901 \text{ мкг/м}^3$ . Результаты анализа ионного состава проб аэрозоля показывают, что летом с наветренной стороны КО в аэрозоле повышена концентрация ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ , а в районе БЯО –  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  (табл. 3 и 4).

Совпадение перечня основных веществ, содержащихся в рапе обследованных озер (табл. 2-4), с составом аэрозольных частиц с подветренной стороны свидетельствует о том, что наблюдаемый в районе КО аэрозоль имеет, скорее всего, предшественником озерную рапу. Для БЯО, содержащего меньшие концентрации солей, нежели КО как и в зимний период эта связь выражена в меньшей степени.

**Таблица 2 – Данные по ионному составу и суммарному белку проб рапы соленых озер Алтайского края, г/л, рН и удельной электропроводности (УЭП).**

Проба	УЭП, См/м	рН	$\Sigma \text{Ca}^{2+} +$ $\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	Суммарны й белок
КО	8,11	7,27	6,26	60,7	10,2	0,61	133,7	21,2	49,0
БЯО	7,04	7,56	6,36	31,9	6,59	0,34	64,0	3,89	31,8

Результаты математического моделирования эмиссии аэрозоля изучаемыми озерами позволили определить мощности потоков различных веществ с поверхности озер. В предположении однородности эмиссии аэрозоля с поверхности как по площади озер, так и по компонентному составу аэрозоля, исходя из «опорных значений» по суммарному белку, рассчитаны соответствующие величины и для других веществ (табл. 3-4). Совпадение рассчитанных и измеренных значений концентраций в воздухе в районе озер можно считать удовлетворительным, за исключением значений концентраций  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  – в точке 2-3 (табл. 1), и  $\Sigma \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{F}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  (в точке 1-3),  $\text{Cl}^-$  и  $\text{H}^+$  (в точке 1-4) и  $\text{H}^+$  (в точке 1-5).

Предварительные оценки, полученные на небольшом массиве экспериментальных данных за летний период показывают, что эмиссия аэрозоля с единицы поверхности этих водоемов значительно превосходит эмиссию с единицы поверхности суши в районе проведения измерений. В зимний период это превосходство менее значительно. Соответственно, основной вклад в загрязнение воздуха в районе этих озер вносят сами озера.

### **Литература**

1. Kushner D.J. (Ed.). *Microbial life in extreme environments*. – New York: Academic Press, 1978.
2. Zavarzin G.A. Epicontinental soda lakes as probable relict biotopes of terrestrial biota information // *Microbiology*. – 1993. – 62. – P. 789-800.
3. Hervas A. and Casamayor E.O. High similarity between bacterioneuston and airborne bacterial community compositions in a highmountain lake area // *FEMS Microbiol. Ecol.* 2009. – 67. – P. 219-228.
4. Weissflog L., Elansky N. et al. Trichloroacetic acid in the vegetation of polluted and remote areas of both hemispheres – Part II: Salt lakes as novel sources of natural chlorohydrocarbons // *Atmospheric Environment*. 2004. – 38. – P. 4197-4202.
5. You W.W., Haugland R.P. et al. 3-(4-Carboxybenzoyl)quinoline-2-carboxaldehyde, a reagent with broad dynamic range for the assay of proteins and lipoproteins in solution // *Annal. Biochem.* 1997. – 244. – P. 277-282.
6. Sergeev A.N., Safatov A.S., et al. The comparison of the presence of chemical and biological markers in the surface microlayer of water areas of health resort zones at Lake Baikal and aerosol of this region // *Atmos. Ocean. Opt.* – 2009. – 22. – P. 579-584.
7. Shinkorenko M.P., Smolyakov B.S. Meteorological Effects on the ionic composition of atmospheric aerosols and precipitates in West Siberia // *Chemistry for Sustainable Development*. – 2004. – 12. – P. 631-640.
8. Borodulin A.I., Desyatkov B.M., Yarygin A.A. The model of atmospheric pollutant spread in the boundary atmospheric layer. Computer program. Registered by the Federal Institute of Industrial Property ROSPATENT. – Reg. # 2007610293. January 16, 2007, Russia

Таблица 3 – Рассчитанные и измеренные значения концентрации химических элементов и белка в районе озера Кучукское

Вещество	Потоки		Номер точки														
	$\tau_c$	$\tau_b$	1-1			1-2			1-3			1-4			1-5		
			Сэ	Ср	$\delta, \%$	Сэ	Ср	$\delta, \%$	Сэ	Ср	$\delta, \%$	Сэ	Ср	$\delta, \%$	Сэ	Ср	$\delta, \%$
Суммарный белок	0,06	1,20	0,85	0,98	15,4	0,53	0,59	11,9	1,02	0,89	-12,8	0,72	0,94	31,3	1,71	1,01	-40,8
$\Sigma Ca^{2+} + Mg^{2+}$	0,10	28,7	1,81	1,72	-5,1	12,80	11,43	-10,7	1,98	5,34	<b>169,8</b>	2,15	4,64	<b>116</b>	1,70	2,42	42,2
$Na^+$	0,38	50,0	6,25	6,21	-0,6	227	20,33	-91,0	11,20	11,66	4,1	129	10,75	-91,7	35,5	7,44	-79,0
$K^+$	0,14	44,0	2,31	2,29	-0,9	12,60	17,47	38,7	2,09	7,94	<b>279,9</b>	18	6,84	-62,0	3,48	3,36	-3,3
$H^+$	0,002	0,03	0,04	0,04	2,2	0,02	0,02	-14,7	0,02	0,03	70,6	0,01	0,04	<b>271,3</b>	0,01	0,04	<b>316,5</b>
$HCO_3^-$	0,11	11,0	1,87	1,88	0,5	4,59	4,54	-1,1	3,11	2,94	-5,5	5,76	2,79	-51,6	5,32	2,15	-59,6
$F^-$	0,03	6,0	0,48	0,49	2,2	1,41	1,63	15,3	0,39	0,93	<b>137,9</b>	1,09	0,85	-21,6	0,59	0,59	-0,2
$Cl^-$	0,05	31,0	0,77	0,78	0,9	160	12,20	-92,4	4,91	4,98	1,5	2,44	4,13	69,1	1,78	1,53	-13,9
$NO_3^-$	0,04	6,0	0,72	0,72	-0,1	2,13	2,44	14,4	0,7	1,38	97,2	0,78	1,27	62,6	0,95	0,87	-8,8
$SO_4^{2-}$	0,17	133,0	2,80	2,86	2,2	53,40	52,29	-2,1	3,79	21,04	<b>455,1</b>	150	17,32	-88,5	46,5	6,10	-86,0

Примечание:  $\tau_c$ ,  $\tau_b$  – задаваемые потоки вещества с поверхности суши и воды; Сэ, Ср – экспериментальные (измеренные) и рассчитанные значения концентрации вещества;  $\delta$  – относительная ошибка (жирным шрифтом выделены большие значения относительной ошибки, выходящей за пределы обычной невязки расчетов). Значения потока в  $мкг/м^2*с$ , значения концентрации в  $мкг/м^3$ .

Таблица 4 – Рассчитанные и измеренные значения концентрации химических элементов и белка в районе озера Большое Яровое

Вещество	Потоки		Номер точки пробоотбора														
	$\tau_c$	$\tau_b$	2-1			2-2			2-3			2-4			2-5		
			Сэ	Ср	$\delta, \%$	Сэ	Ср	$\delta, \%$	Сэ	Ср	$\delta, \%$	Сэ	Ср	$\delta, \%$	Сэ	Ср	$\delta, \%$
Суммарный белок	0,06	2,00	0,72	0,83	15,17	0,78	0,95	21,9	0,94	0,89	-6,0	1,15	0,84	-27,2	0,99	0,83	-16,5
$\Sigma Ca^{2+} + Mg^{2+}$	0,14	7,50	2,20	1,93	-12,05	3,61	2,84	-21,4	1,61	2,30	42,6	1,25	1,96	57,2	1,37	1,95	42,0
$Na^+$	0,34	40,0	4,80	4,70	-2,11	24,0	11,73	-51,1	3,18	7,33	<b>130,7</b>	3,79	4,87	28,4	3,03	4,73	56,0
$K^+$	0,08	5,20	1,28	1,10	-13,63	2,52	1,82	-27,6	0,82	1,39	69,0	1,07	1,13	5,3	1,03	1,11	7,9
$H^+$	0,002	0,08	0,02	0,02	10,56	0,03	0,03	0,9	0,04	0,02	-36,3	0,02	0,02	12,1	0,02	0,02	11,2
$HCO_3^-$	0,19	3,93	2,79	2,63	-5,89	1,93	2,46	27,6	3,90	2,61	-33,0	2,61	2,64	1,1	2,10	2,64	25,7
$F^-$	0,04	0,77	0,53	0,52	-0,91	0,38	0,49	28,6	0,62	0,52	-15,9	0,54	0,53	-2,2	0,58	0,53	-8,9
$Cl^-$	0,05	60,0	0,70	0,73	4,64	20,7	13,77	-33,5	1,41	5,48	<b>288,9</b>	1,14	0,99	-12,9	0,87	0,74	-15,0
$NO_3^-$	0,06	3,00	0,84	0,84	0,36	1,23	1,18	-4,3	0,71	0,98	37,9	0,68	0,85	25,7	1,13	0,85	-25,0
$SO_4^{2-}$	0,24	9,30	3,63	3,32	-8,63	4,83	4,07	-15,7	2,51	3,65	45,4	2,52	3,35	33,1	3,08	3,33	8,3

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ**

*Ю.М. Семенов*

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, semenov@irigs.irk.ru*

## **ECOLOGICALLY ORIENTED LAND USE PLANNING AS THE TOOL OF RATIONAL ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND NATURE CONSERVATION**

*Yu.M. Semenov*

*V.B. Sochava Institute of Geography of SB RAS,  
semenov@irigs.irk.ru*

*Рассмотрены вопросы экологически ориентированного планирования землепользования в Прибайкалье и использования полученного опыта в других регионах Российской Федерации и странах СНГ. Особое внимание уделено применению методологии ландшафтного планирования в решении проблем землеустройства, функционального и водохозяйственного зонирования, создания ООПТ, градостроительного проектирования, экологической экспертизы и оценки воздействия создаваемых хозяйственных объектов на окружающую среду.*

*This paper is concerned with the ecologically oriented land use planning in Pribaikalye and the use of the received experience in the other regions of the Russian Federation and CIS countries. In particular it discusses the landscape planning methodology application in solving the problems of land management, functional and hydroeconomic zoning, creation of landscape protected areas, urban planning, ecological examination, and ecological impact assessment.*

Ландшафтное планирование (ЛП) развивается в России с 1994 г., когда в рамках Соглашения о сотрудничестве в области охраны окружающей среды между РФ и ФРГ был заключен договор о выполнении совместного российско-немецкого проекта. В Институте географии СО РАН (ИГ СО РАН) при участии Института географии РАН, администрации Иркутской области, Немецкого общества технического сотрудничества и группы планирования «Экология + окружающая среда» (Ганновер) были созданы ландшафтные рамочные планы бассейна р. Голоустной и Ольхонского административного района. Впервые в России была разработана схема экологического зонирования Байкальской природной территории [1], составлены ландшафтные рамочные планы Слюдянского и южной части Иркутского районов, дельты р. Селенги и Забайкальского национального парка, крупномасштабные ландшафтные планы пос. Листвянка и г. Байкальска [2-8]. На основе этих исследований разработаны принципы ЛП и концепция его

развития в России, составлены методические рекомендации по ЛП. В отличие от методик, используемых в Германии, наша значительное внимание уделяет социально-экономическим аспектам природопользования, поэтому точнее проводимые нами работы следует называть экологически ориентированным планированием землепользования.

Затем ИГ СО РАН при консультативной поддержке Федерального ведомства охраны природы ФРГ продолжил развитие методического аппарата за счет широкого применения методов ЛП в различных направлениях охраны природы: землеустройстве, водоохранном зонировании, градостроительном проектировании, географической экспертизе и оценке воздействия создаваемых хозяйственных объектов на окружающую среду (ОВОС) [7-14]. Сотрудниками ИГ СО РАН создан план экологически обоснованной стратегии освоения территории обустройства Ковыктинского газоконденсатного месторождения [14], разработана вариантная схема интегральной оценки уровня конфликтности размещения трассы нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» [9], инструменты ЛП применяются при разработке ОВОС и инженерно-экологических обоснований создания объектов добычи и транспорта углеводородов в Восточной Сибири.

На базе немецко-российского сотрудничества в Прибайкалье были созданы предпосылки для широкого внедрения инструментов ЛП как основы устойчивого территориального развития [10]. Опыт ЛП, накопленный в Прибайкалье, был использован для решения задач планирования землепользования в других регионах России и странах СНГ. В Российском государственном университете им. И. Канта с участием коллег из Калининградского технического университета создана ландшафтная программа Калининградской области при консультациях сотрудников ИГ СО РАН и Берлинского технического университета (БТУ). В Горно-Алтайском государственном университете (ГАГУ) разработаны схема функционального зонирования природного парка «Зона покоя Укок» [15] (с помощью сотрудников ИГ СО РАН) и ландшафтный рамочный план Кош-Агачского района Республики Алтай [16] (с помощью сотрудников ИГ СО РАН и БТУ). Географами Грузии, Армении, Азербайджана с помощью немецких специалистов и сотрудников ИГ СО РАН разработаны ландшафтная программа Аджарии, рамочный ландшафтный план бассейна оз. Севан, ландшафтный план Ширванского национального парка [17], коллегами из Казахстана – рекомендации для плана развития землепользования Жангельдинского района Костанайской области, при консультациях немецких и российских коллег продолжаются работы по выполнению проектов ЛП в Республике Алтай и в Украине. В последние годы большое внимание в мировом ЛП уделяется ответам планировщиков на природные и техногенные вызовы путем учета возможных изменений и адаптации природных компонентов и ландшафтов в целом к вызовам. В российском ЛП

наиболее близко к решению этих задач подошли в ГАГУ, где разрабатываются подходы к оптимизации методики ЛП для криоаридных территорий, и уже накоплен определенный опыт реализации механизма ЛП с учетом изменений климата в Республике Алтай [18].

Результаты экологически ориентированного планирования природопользования при наличии соответствующей нормативно-правовой базы могут быть непосредственно внедрены в территориальное планирование, как например, это было сделано при планировании устойчивого развития сельской местности в Переславском муниципальном округе Ярославской области [12]. В настоящее время ведется создание ландшафтно-оценочной карты азиатской части России, оценочная функция которой реализуется с использованием инструментов ЛП [13].

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (код проекта 12-05-00108-а).*

### **Литература**

1. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Экологическое зонирование Байкальской природной территории. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 103 с.
2. Территориальная организация Забайкальского национального парка. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 125 с.
3. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Бассейн р. Голоустной: Рамочный план экологически ориентированного землепользования в масштабе 1:200 000. – Иркутск-Ганновер, 1997. – 234 с.
4. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район: Рамочный план экологически ориентированного землепользования в масштабе 1:200 000. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 1998. – 216 с.
5. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюдянский район. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 141 с.
6. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Район дельты реки Селенги. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 149 с.
7. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Территориальное развитие г. Байкальска и его пригородной зоны. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2003. – 192 с.
8. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2004. – 147 с.
9. Антипов А.Н., Макаров С.А., Семенов Ю.М. Экологические риски и проблемы реализации проекта нефтепровода: вариантный подход // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. – Иркутск: Изд. ИЗК СО РАН, 2006. – Вып. 5. – С. 21-29.
10. Антипов А.Н., Семенов Ю.М. Ландшафтное планирование как инструмент управления природопользованием (на примере Байкальского региона) // Известия РАН. Серия географическая. – 2006. – № 5. – С. 82-91.
11. Антипов А.Н., Федоров В.Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 254 с.

12. Планирование устойчивого развития сельской местности (ориентированное на местное самоуправление). Переславский муниципальный округ Ярославской области РФ. – Иркутск: Изд-во СО РАН, 1999. – 116 с.
13. Суворов Е.Г., Семенов Ю.М., Новицкая Н.И. Ландшафтно-оценочная карта Азиатской части России: принципы и методические аспекты составления // География и природ. ресурсы. – 2009. – № 4. – С. 5-10.
14. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ковыктинское газоконденсатное месторождение. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2004. – 159 с.
15. Бабин В.Г., Семенов Ю.М., Шмаудер Г. и др. Геоинформационные технологии для ландшафтного планирования Кош-Агачского района (Республика Алтай) // ИнтерКарто-ИнтерГИС 17. Устойчивое развитие территорий: Теория ГИС и практический опыт. Мат. Межд. конф. – Барнаул, 2011. – С. 312-317.
16. Бабин В.Г., Семенов Ю.М., Шитов А.В. и др. Ландшафтное планирование природного парка «Зона покоя Укок» (Республика Алтай) // География и природ. ресурсы. – 2011. – № 3. – С. 38-45.
17. Ландшафтное планирование для стран Южного Кавказа. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2008. – 178 с.
18. Бабин В.Г., Журавлева О.В., Кочеева Н.А. и др. Опыт реализации механизма ландшафтного планирования в Республике Алтай с учетом изменений климата // Механизмы адаптации биоразнообразия к изменению климата в Алтае-Саянском экорегионе. – Горно-Алтайск: Изд-во ГАГУ, 2012. – С. 24-25.

## **РОЛЬ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ**

*С.П. Суразакова*

*Горно-Алтайский филиал ИВЭП СО РАН. г.Горно-Алтайск*

## **THE ROLE OF WATER MANAGEMENT IN ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE ALTAI REPUBLIC**

*S.P. Surazakova*

*Gorno-Altai branch IWEP SB RAS,*

*spsuraz@rambler.ru*

*Устойчивое развитие характеризуется достижением достаточно высокого качества жизни населения. Одной из характеристик качества жизни является потребление чистой питьевой воды. Республика Алтай является одной из немногих территорий, для которой свойственна достаточно высокая обводненность. В Республике Алтай, суммарный поверхностный сток составляет 33,4 км<sup>3</sup> в год и еще 85 км<sup>3</sup> находится в виде многолетних запасов – в снежниках. Использование водных ресурсов может оказывать влияние, как*

прямое, так и косвенное, на устойчивое развитие региона по разным его аспектам. Анализ состояния основных элементов устойчивого развития (экология, социум, экономика) в водопользовании Республики Алтай показывает, что в настоящее время развитие региона далеко от устойчивого. Таким образом, водопотребление обеспечивает устойчивое развитие по всем его основным направлениям. Разрабатывая стратегию устойчивого развития региона, необходимо учитывать, данное обстоятельство.

*Sustainable development is characterized by the achievement of sufficiently high quality of life. One of the characteristics of quality of life is the consumption of clean drinking water. The Altai Republic is one of the few areas for which the characteristic is rather high water content. Altai Republic total runoff is 33,4 km<sup>3</sup> per year yet 85 km<sup>3</sup> is in the form of long-term reserves - in the snowfields. The use of water resources can affect, both in direct and indirect ways, on the sustainable development of the region on various aspects of it. Analysis of the present state of the main elements of sustainable development (environment, society, economy) in water use of the Altai Republic shows that the current development of the region is far from stable. Thus, water management provides a stable development in all its main lines. When developing a strategy for sustainable development in the region, it is necessary to take into account this circumstance.*

Устойчивое развитие региона заключается в гармоничном сбалансированном экономическом и социальном развитии в условиях сохранения окружающей природной среды. Оно характеризуется достижением достаточно высокого качества жизни населения. Одной из характеристик качества жизни является потребление чистой питьевой воды. По признанию многих исследователей, проблема чистой питьевой воды уже является проблемой текущего тысячелетия.

Республика Алтай является одной из немногих территорий, для которой свойственна достаточно высокая обводненность. Высокая водообеспеченность является особенностью горных регионов. В Республике Алтай суммарный поверхностный сток составляет 33,4 км<sup>3</sup> в год и еще 85 км<sup>3</sup> находится в виде многолетних запасов – в снежниках, ледниках и озерах. Суммарная протяженность 20188 больших и малых горных рек на ее территории составляет 62550 км. На долю мельчайших (длина менее 10 км) и малых рек (10-25 км) приходится 99,8 % от общего числа рек и 78,4 % от их суммарной протяженности. Реки начинаются от ледников и многочисленных озер. На некоторых плоских водоразделах находятся обширные болота, которые также дают начало рекам. В отдельных административных районах значительные доли площадей заняты болотами (Ыныргинский и Тюгурюкский болотные массивы).

На территории Республики Алтай насчитывается около 7 тысяч озер общей площадью более 600 км<sup>2</sup> (0,6 % территории республики). Преобладают малые озера. Основная масса озер расположена на высотах 1500-2600 м. Самым крупным является Телецкое озеро площадью 230 км<sup>2</sup>, вмещающее 40 км<sup>3</sup> пресной экологически чистой воды.

К характерным для республики водным объектам относятся ледники. По данным Проблемной научно-исследовательской лаборатории гляциоклиматологии Томского государственного университета в настоящее время известно около 1035 ледников, которые расположены в основном в верхней части бассейна р. Катунь. Общая площадь оледенения составляет 805 км<sup>2</sup>, объем ледников – 38,3 км<sup>3</sup> (около 35 км<sup>3</sup> воды), а вместе со снежниками – 50 км<sup>3</sup>. Реки, озера, ледники и снежники являются истоками реки Оби. Следовательно, в горах формируется полноводность Оби, и качество воды в ней.

Обладая значительными запасами воды, Республика использует менее 1% и передает остальную воду за пределы территории, являясь поставщиком чистой воды для соседних нижележащих регионов. Например, 70% воды в Новосибирском водохранилище пополняется реками алтайских гор. Следует отметить, что республика потребляет главным образом не поверхностные воды, а подземные. Так в 2008 г. из общего забора вода поверхностных источников составила всего 24, 08%, а подземные воды – 75,96% [1].

Республика Алтай обладает значительными ресурсами подземных вод, заключенных в трещинных водоносных зонах и артезианских бассейнах межгорных впадин. Обеспеченность ресурсами подземных вод питьевого качества в РА составляет 36,45 м<sup>3</sup>/сут. на одного человека, модуль прогнозных ресурсов 1,2 л/сек/км<sup>2</sup> при вариациях 0,72-2,32 л/сек/км<sup>2</sup> [2].

Основное использование подземных вод в республике – хозяйственно-питьевое водоснабжение, значительно меньше используется для технических целей, в сельском хозяйстве, для переработки твердых полезных ископаемых и на разлив. Поверхностные водные объекты республики используются для обеспечения водой населения и предприятий, частично – для орошения, рекреации, рыболовства, гидроэнергетики.



Рис. 1. Структура водопотребления в Республике Алтай в 2005 году (а) и в 2008 году (б)

Для анализа водопользователи группируются. В Республике Алтай рассматриваются четыре основные группы. Соотношение использования воды основными группами водопользователей приведены на рисунке 16. Сравнение структуры водопользования с аналогичными показателями 2005 года (рис. 1а) показывает снижение потребления в промышленности и сельском хозяйстве, а также увеличение в жилищно-коммунальном хозяйстве, которое является преобладающим водопользователем.

Сокращение водопотребления в промышленности в определенной степени связано с ростом оборотного водопотребления, которое в 2008 г. составило 15,06 млн м<sup>3</sup>. Удельный вес населения республики, использующего для питьевых и хозяйственно-бытовых целей водопроводную воду, увеличился в 2006 до 49,4 % (в 2004 г. – 38 %), в сельской местности – 21,8 % (15 %). В отчетном году среднее водопотребление городскими жителями, по данным ТЦ «Алтайгеомониторинг», составило 141 л/сут., сельскими – 37-89 л/сут. (среднее 62 л/сут.) при норме 300 л/сут. [2]. Использование водных ресурсов может оказывать влияние как прямое, так и косвенное на устойчивое развитие региона по основным его аспектам.

**Экологический аспект.** Водообеспеченность наряду с другими условиями позволяет сохранять биологическое разнообразие на территории горного региона и обеспечивает население чистой питьевой водой. В целом поверхностные воды республики соответствуют требованию СанПиН 2.1.5.980-00 и ГН 2.1.5.1315-03, большинство из них – гигиеническим требованиям к охране поверхностных вод. Они пригодны для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. К их числу относится оз. Телецкое (южная половина), реки Башкаус, Чарыш, Песчаная, Чуя, Чибитка, Каурчак, Жумалы, Кызыл-Шин.

Значительно хуже экологическое состояние малых рек республики, о чем свидетельствуют полученные в 2009 году и в предыдущий период данные аналитического контроля воды рек Майма, Улалушка (в черте г. Горно-Алтайска), а также результаты по рекам Сейка, Черга, Чулта, Андоба, Бол. Каурчак, Сия и др., подверженных воздействию предприятий горнодобывающей и пищевой промышленности. Вода вышеотмеченных малых рек, как правило, значительно загрязнена нефтепродуктами, фенолами, минеральным азотом, взвешенными веществами, тяжелыми металлами. При этом максимальный спектр и высокие концентрации загрязнителей обнаруживаются в местах сброса сточных вод промышленных предприятий. В большинстве своем вода вышеотмеченных малых рек характеризуется как загрязненная и грязная (3-4 классы по УКИЗВ). В результате мониторинга экологического состояния оз. Телецкое, проведенного АРИ «Экология» в 2004-2005 гг., установлено, что основными загрязняющими веществами воды озера являются нефтепродукты (до 18 ПДК), фенолы (до 11 ПДК), взвешенные вещества (до 54 фонов), а также азотистые соединения, железо, марганец, ртуть и др. Максимальное

присутствие загрязняющих озерную воду химических веществ проявлено в разгар туристского сезона, в основном, вблизи населенных пунктов Артыбаш, Иогач, Яйлю.

**Социальный аспект.** Водные ресурсы обеспечивают качество жизни населения чистой питьевой водой, централизованным водоснабжением. Несмотря на большое количество источников и разнообразный спектр загрязнителей качество питьевой воды (централизованное водоснабжение) в республике в 2008 г. оставалось достаточно высоким. Централизованное водоснабжение осуществляется 199 водопроводами в 59 населенных пунктах, из общего числа водопроводов 65 % являются ведомственными, а 35 % – коммунальными. По данным ТУ Роспотребнадзора по РА в 2006 году около 9 % сельского населения республики для питьевого водоснабжения использовали воду открытых водоемов без какой-либо водоподготовки. В ряде населенных пунктов Усть-Канского, Турочакского, Кош-Агачского, Усть-Коксинского и Онгудайского районов практически все жители пьют воду из рек, потенциально опасных в плане распространения инфекционных заболеваний.

**Экономический аспект.** Водопользование в отраслях экономики характеризует уровень и перспективы экономического развития. Так например, в Республике Алтай за период с 2000 до 2008 гг. значительно сократилось водопотребление как в промышленности, так и в сельском хозяйстве (орошение). Если в 2000 г. в промышленности было потреблено 1,76 млн.м<sup>3</sup>, а в 2008 г. – уже 1,14 млн м<sup>3</sup>. В сельском хозяйстве в 2000 г. было потреблено 4,80 млн.м<sup>3</sup>, а в 2008 г. более чем в два раза меньше (2,04 млн.м<sup>3</sup>), главным образом, за счет существенного сокращения орошения. В 2000 г. доля орошения в структуре водопотребления республики составляла (3,59 млн м<sup>3</sup>), а в 2008 г. – всего около 19% (1,640 млн.м<sup>3</sup>) [3]. Практически орошение сохранилось только в Кош-Агачском районе. Полностью орошение прекращено в Онгудайском, Усть-Канском, Усть-Коксинском районах.

Уменьшение орошения оказывает большое влияние на устойчивое развитие сельского хозяйства, т.к. снижается урожайность зерновых и кормовых культур, соответственно, становится все более неустойчивой кормовая база животноводства – основы агропромышленного комплекса РА. Это подтвердилось во время зимовки 2009-2010 года, когда из-за бескормицы (много снега, а кормов было заготовлено мало) был допущен большой падеж скота, особенно в Онгудайском и Усть-Канском районах и в значительно меньшей степени в Кош-Агачском. Фермеры и СПК Кош-Агачского района продавали корма в районы, страдающие от бескормицы.

Таким образом, водопотребление устойчиво обеспечивает развитие по всем его основным направлениям. Разрабатывая стратегию устойчивого развития региона, необходимо учитывать данное обстоятельство.

## Литература

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Алтай в 2008 году. – Горно-Алтайск, 2009.
2. Кац В.Е Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Республики Алтай в 2009 г. – Горно-Алтайск, 2010.
3. Текущая информация отдела водных ресурсов Министерства природных ресурсов Республики Алтай.

## **ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОСТАВА ШАХТНЫХ И КАРЬЕРНЫХ СТОКОВ НА УЧАСТКАХ ТРАНЗИТА ОТ ПРЕДПРИЯТИЯ ДО РЕКИ**

*Е.Л. Счастливцев, Н.И. Юкина, С.Г. Пушкин  
Кемеровский филиал Институт вычислительных технологий СО РАН*

## **PARAMETERS OF THE VARIABILITY OF THE MINE AND OPEN PIT WASTE IN THE AREAS OF TRANSIT FROM THE PLANT TO THE RIVER**

*E.L. Schastlivsev, N.I. Yukina, S.G. Pushkin  
Kemerovo Branch, Institute of Computational Technologies SB RAS*

*Приводятся статистические данные о качественном составе шахтных и карьерных стоков по пробам, отобраным на участках их транзита от предприятия до реки (до поступления в очистные сооружения (ОС); после выхода из ОС; непосредственно перед впадением в реку) и речных вод в окрестностях местоположения сброса. Обсуждаются выявленные показатели изменчивости состава сточных и поверхностных вод. Воды характеризуются как в рамках традиционного представления в виде средних арифметических значений концентраций ингредиентов, так и в виде параметров логнормального распределения (средних геометрических и интервальных величин, внутри которых содержится около 68% всех измеряемых концентраций).*

*The paper provides statistical data on the qualitative composition of the mine and open pit waste, in samples taken at sites of their transit from the plant to the river (before entering the treatment plant after its release, just before falling into the river) and river water near the location of river outlet, and discusses the variability of the identified indicators of sewage and surface waters. The waters are characterized as in the traditional view in the term of arithmetic means of concentrations of ingredients, as well as the parameters of lognormal distribution (geometric mean values and interval values within which there are about 68% of all measured concentrations).*

Мониторинг качества техноприродных вод сопряжен с определением их состава в рамках заданных целевых установок. Необходимо также периодически модернизировать систему мониторинга, обеспечивая расширение наших знаний о составе исследуемых вод и повышая информативность процедур сравнения обеспечивающих принятие управленческих решений [1-2].

Угледобывающие (как и углеперерабатывающие) предприятия (УДПП) являются одними из наиболее мощных техногенных источников воздействия на поверхностные и подземные воды. Сбросы УДПП достаточно разнообразны по химическому составу. Реализующееся в Кузбассе разнообразие техноприродных вод стимулирует их описание с использованием более расширенного перечня показателей по сравнению с [1], где представлено сравнение транзитных вод по санитарно-гигиеническим показателям на основе нормализованных параметров состава вод – НПСВ (в основном это средние арифметические концентрации в долях ПДК) и ассоциативных показателей состава вод – АПКВ (обычно это средние из набора приоритетных НПСВ, превышающих 2,5). В данной статье приводятся характеристики вод на основе параметров как нормального, так и логнормального распределения, ранее использованного нами при оценках поверхностных вод р.Бачат [3].

На рисунках 1 и 2 приведены коэффициенты вариации (КВ) ингредиентов шахтных, карьерных и поверхностных вод бассейна р. Усгат, который вычисляется по следующей формуле:

$$KB = S / C_{cp \text{ ар}}$$

где  $S$  – стандартное отклонение среднего арифметического ( $C_{cp \text{ ар}}$ )

Эти данные свидетельствуют о том, что для многих ингредиентов КВ значительно больше 1 (в разы):

– для шахт (рис. 1: азот аммоний – 1,7 раза, железо – 5,1, нефтепродукты – 3,3, никель – 1,7, СПАВ – 1,7, сульфаты – 1,8, фенолы – 1,8, цинк – 2 раза);

– для разрезов (рис. 2: азот нитратный – 1,7 раза, азот нитритный – 5, железо – 5,4, фенолы – 2,2 раза).

Обычно  $KB$  более 0,5 характерно для рядов данных плохо описываемых на основе нормального распределения. На трудности при применении этого распределения для статистического описания концентраций ингредиентов поверхностных вод также указывается в ряде статей [4].

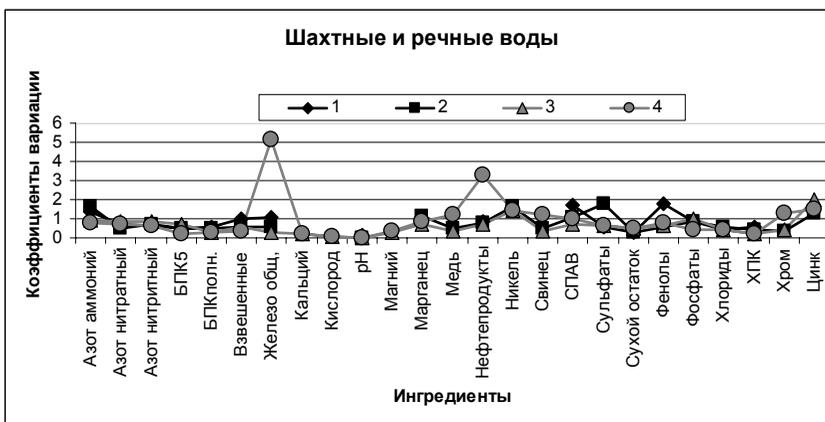


Рис. 1. Коэффициенты вариации ингредиентов шахтных и поверхностных вод бас. р. Ускат: 1-2 – шахтные воды до и после очистки; 3-4 – поверхностные воды выше и ниже сброса шахтных вод

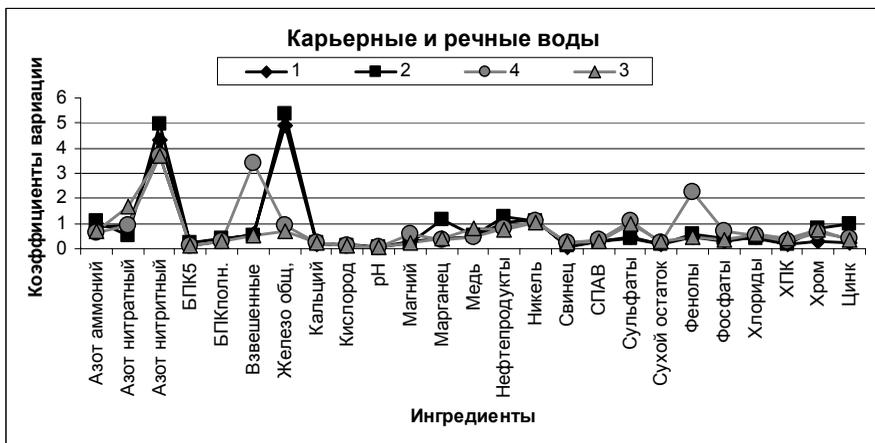


Рис. 2. Коэффициенты вариации ингредиентов карьерных и поверхностных вод бассейна р. Ускат: 1-2 – карьерные воды до и после очистки; 3-4 – поверхностные воды выше и ниже сброса карьерных вод.

Эта ситуация позволяет говорить о том, что для вышеназванных ингредиентов практически не применимо описание с использованием средних арифметических и стандартных отклонений, с учетом перспектив их моделирования при помощи счетчика случайных чисел (ССЧ). Поэтому наряду со средними арифметическими будем использовать параметры логнормальных распределений, которые характеризуются следующими

показателями: средними геометрическими, интервальными величинами (*ИВ*), в пределах которых содержится около 68% экспериментальных концентраций какого-либо ингредиента. Характерной особенностью этого распределения является превышение правосторонней интервальной величины (*ИВ<sub>nc</sub>*) над левосторонней интервальной величиной (*ИВ<sub>лс</sub>*), при этом:

$$ИВ = ИВ_{лс} + ИВ_{nc},$$

где *ИВ* аналогична величине *2S* для нормального распределения.

Вследствие этого, левосторонние и правосторонние коэффициенты вариации среднего логарифмического различаются по величине. Ниже будем использовать суммарный коэффициент вариации (*КВс*):

$$КВс = ИВ / C_{ср\ геом}$$

где *C<sub>ср геом</sub>* – средняя геометрическая концентрация какого-либо ингредиента.

Так на рисунках 3 и 4 приведены суммарные коэффициенты вариации ингредиентов для стоков шахт и разрезов. Они также для многих ингредиентов больше 1 (в разы):

– для шахт (рис. 3: азот аммонийный – 3 раза, азот нитратный – 2,2, азот нитритный – 2,0, нефтепродукты – 2,3, СПАВ – 2,8, сульфаты – 2,0, фенолы – 1,8, фосфаты – 1,8, цинк – 3,9, никель – 4,0, марганец – 3,1 раза);

– для разрезов (рис.4: азот аммонийный – 2,5, азот нитратный – 3,6, азот нитритный – 4,0, взвешенные вещества – 1,6, железо – 2,7, нефтепродукты – 1,8, никель – 5,3, сульфаты – 1,6, фенолы – 2,4, хром – 3,7, цинк – 1,9 раза).

Однако это обстоятельство не влияет на дальнейшее моделирование рядов концентраций ингредиентов с использованием счетчика случайных чисел.

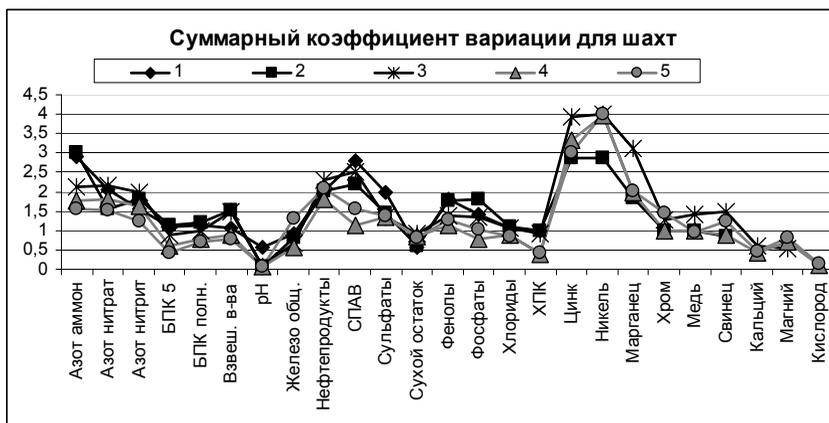


Рис. 3. Суммарный коэффициент вариаций для шахт: 1-2 – шахтные воды до и после очистки; 3 – шахтная вода перед сбросом в реку; 4-5 – поверхностные воды выше и ниже сброса шахтных вод

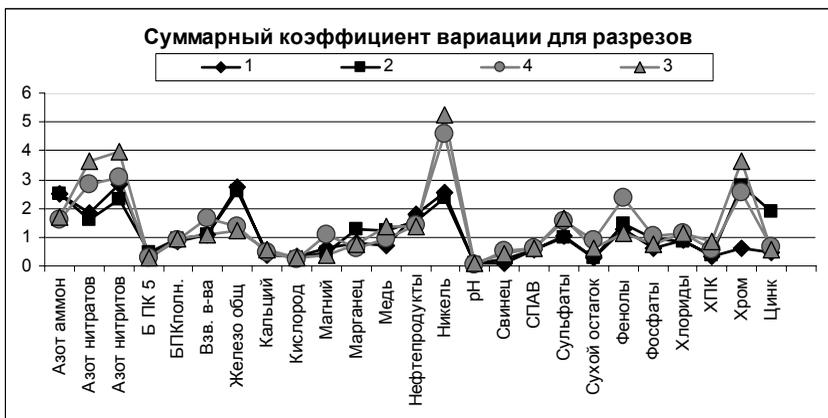


Рис. 4. Суммарный коэффициент вариаций для разрезов: где 1-2 – карьерные воды до и после очистки; 3-4 – поверхностные воды выше и ниже сброса карьерных вод

Отношения средних арифметических к средним геометрическим для ингредиентов транзитных вод приведены на рис. 5-6. Информация представленная на этих рисунках позволяет выделить две группы элементов, для которых эти отношения меньше или больше 1,5. Так в первую группу попадают следующие ингредиенты:

- для шахт – азот нитритный, азот нитратный, pH, хлориды, сульфаты, сухой остаток, взвешенные вещества, ХПК, БПК5, БПКпол., фосфаты, хром, медь, свинец, кальций, магний, кислород;

- для разрезов – БПК5, БПК пол, кальций, кислород, магний, марганец, медь, нефтепродукты, pH, свинец, СПАВ, сульфаты, сухой остаток, фосфаты, хлориды. ХПК, цинк.

Во вторую группу попадают: для шахт – цинк, никель; для разрезов – азот нитритный, никель. Значительные превышения  $C_{ср\ ар}$  над  $C_{ср\ геом}$  свидетельствует о наличии редко проявляющихся повышенных (штормовых) концентраций ингредиентов.

Отношения стандартных отклонений  $C_{ср\ ар}$  к правосторонним интервальным величинам некоторых ингредиентов исходных стоков приведены на рисунке 7.

Стандартные отклонения  $C_{ср\ ар}$  для азота нитритного и железа увеличены по сравнению с соответствующими интервальными величинами для стоков разрезов в 6,5-9 раз. Это, по-видимому, также связано с наличием редко проявляющихся «штормовых» концентраций ингредиентов. Сравнительный анализ аналогичных величин для транзитных вод свидетельствует о том, что: только для азота нитритного на всех стадиях транзита карьерных вод и в самой реке отношение  $S/IBnc$  более 5; для

железа общего аналогичный показатель велик (8-10) только для исходных карьерных стоков и вод после очистки.

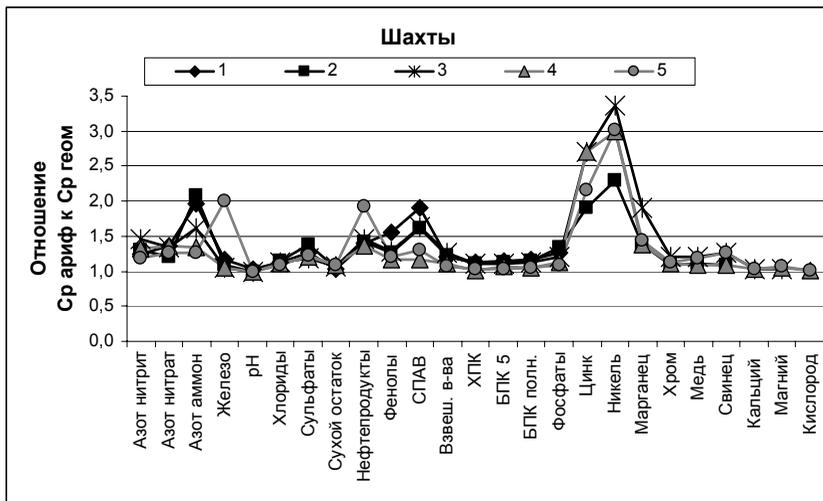


Рис. 5. Отношение среднего арифметического к среднему геометрическому: 1-2 – шахтные воды до и после очистки; 3 – шахтная вода перед сбросом в реку; 4-5 – поверхностные воды выше и ниже сброса шахтных вод

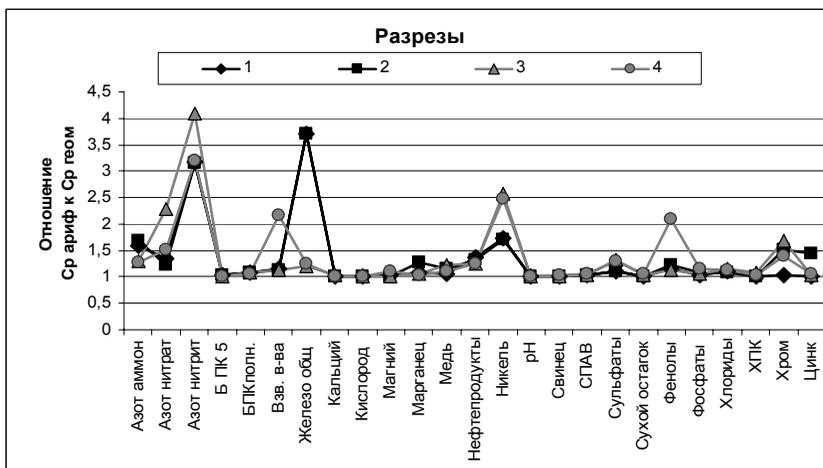


Рис. 6. Отношение среднего арифметического к среднему геометрическому: 1-2 – карьерные воды до и после очистки; 3-4 – поверхностные воды выше и ниже сброса карьерных вод

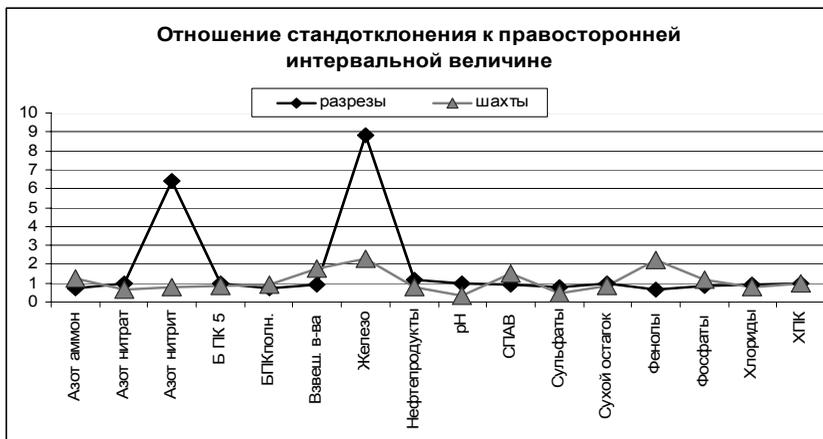


Рис. 7. Относительные показатели вариаций средних для ингредиентов стоков шахт и разрезов

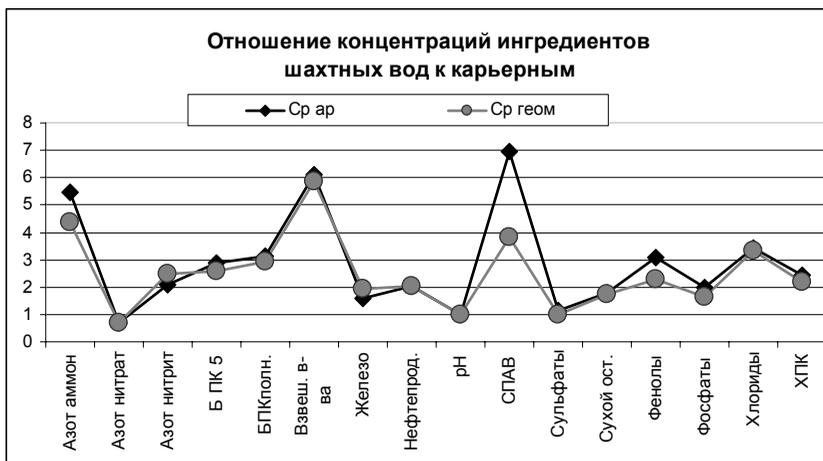
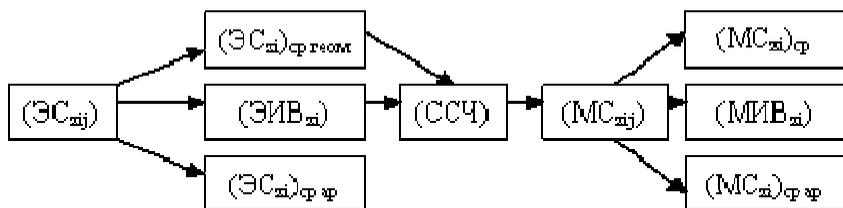


Рис. 8 Относительные показатели средних для ингредиентов исходных стоков шахт и разрезов

Отношения средних геометрических (шахты/разрезы), представленные на рисунке 8, свидетельствуют о том, что содержание ингредиентов в шахтных водах превышает их содержание в карьерных по следующим показателям: азот аммонийный – 4,4раза, азот нитритный – 2,5, БПК5 – 2,6, БПКполн – 2,9, взвешенные вещества – 5,9, железо – 2,0, нефтепродукты – 2,0,

СПАВ – 3,8, сухой остаток – 1,7, фенолы – 2,3, фосфаты – 1,6, хлориды – 3,3, ХПК – 2,2 раза. Содержание азота нитратного в карьерных водах выше в 1,5 раза. Содержания рН, сульфатов в этих стоках сравнимы.

Этапы обработки экспериментальных рядов данных ( $ЭС_{zij}$ ,  $i$  – определяет название ингредиента,  $j$  – характеризует дату отбора проб,  $z$  – определяет координаты точек отбора проб) с последующим формированием модельных временных рядов и модельных статистических параметров для них выглядят следующим образом:



Аналогичная схема используется при обработке пространственно-удаленных данных при зонировании какой-либо территории с использованием бассейного принципа объединения данных. В дальнейшем  $(МС_{zi})_{ср ар}$  используются для вычисления модельных НПСВ $_{zi}$  и АПКВ $_{zi}$ , а  $(МС_{zi})_{ср геом}$  и  $(МИБ_{zi})$  применяется при сравнениях различных типов вод.

Формирование пространственно-временных рядов модельных гидрохимических объектов и их модельных статистических показателей на основе параметров логнормальных распределений экспериментальных рядов концентраций ингредиентов (с использованием счетчика случайных чисел) при обработке достаточно больших и разнородных экспериментальных данных позволит уточнять как схемы идентификации источников загрязнений поверхностных и подземных вод и расчетов вкладов отдельных источников, так и последующие мониторинговые мероприятия.

## Литература

1. Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г., Юкина Н.И. Перспективы мониторинга техноприродных вод Кузбасса // Материалы третьей всероссийской научной конференции с международным участием. – Барнаул: Изд-во АРТ, 2010. – С. 566-569.
2. Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г., Юкина Н.И. Некоторые возможности совершенствования системы мониторинга характеристик шахтных и карьерных вод угледобывающих предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень. № 0В7. – М.: Издательство «Горная книга», 2009. – С. 236-239.
3. Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г. Гидрологические, гидрохимические и гидрогеологические характеристики бассейна р. Бачат и района расположения ООО «Байат» // Труды Кузбасской комплексной экспедиции. Беловский, Яшкинский, Таштагольский районы Кемеровской области. Т. 1. – Кемерово: ИУУ СО РАН, 2004.

4. Лепихин А.П. К анализу статистических функций распределения химических показателей качества воды // Материалы третьей всероссийской научной конференции с международным участием. – Барнаул: Изд-во АРТ, 2010. – С. 171-175.

## **ЛАЗЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ ПОЛОЖЕНИЯ СТЕНОК УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОГО ШЛЮЗА (2006-2011)**

*В.В. Татур<sup>1</sup>, А.А. Тихомиров<sup>1</sup>, В.М. Ляпунов<sup>2</sup>, О.Н. Омаролинова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> – Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, tatur@imces.ru*

*<sup>2</sup> – Республиканское государственное казенное Восточно-Казахстанское предприятие водных, Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ukshluz@mail.ru*

## **LASER MONITORING OF WALLS POSITIONS OF THE UST-KAMENOGORSK LOCK (2006-2011)**

*V.V. Tatur<sup>1</sup>, A.A. Tikhomirov<sup>1</sup>, V.M. Lyapunov<sup>2</sup>, O.N. Omarolinova<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> – Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences*

*<sup>2</sup> – Republic State Fiscal East Kazakhstan Enterprise of Waterways at Committee of Transport and Means of Communications, Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk*

*С помощью системы лазерного дальнометрирования проведен мониторинг (2006-2011) отклонения стенок высоконапорного однокамерного Усть-Каменогорского судоходного шлюза, которые вызываются как сезонными изменениями температуры, так и динамическими нагрузками, связанными с процессами наполнения-опорожнения его камеры водой. Показано, что наибольшие отклонения стенок связаны с температурными деформациями. Определены тренды изменения положения стенок шлюза.*

*Monitoring (2006-2011) was carried out of walls' deflections of the high-head single-lift Ust'-Kamenogorsk ship lock using laser rangefinder system. These deflections are caused by seasonal temperature variations and dynamic loads related to filling-emptying of the lock. It was shown that maximum walls deflections are due to temperature deformations. Trends have been determined in changes of the lock walls positions.*

На территории России и стран СНГ до настоящего времени функционируют многочисленные гидротехнические сооружения,

построенные на всех крупных реках. Эти сооружения, представляющие собой железобетонные и металлические конструкции, возведенные в довоенный и послевоенный периоды, за десятилетия эксплуатации в условиях нахождения в водной среде подверглись частичному разрушению и коррозии и представляют определенную техногенную опасность. Значительную опасность представляют камеры шлюзов, подвергающиеся переменным динамическим нагрузкам при наполнении-опорожнении. Кроме того, на гидротехнические сооружения воздействуют сезонные температурные перепады, вызывающие дополнительные нагрузки, приводящие к деформациям конструкций.

Усть-Каменогорский гидроузел на р. Иртыш начал возводиться еще в 1939 г. Его особенностью является наличие в нем уникального однокамерного высоконапорного шлюза шахтного типа [1], первое шлюзование на котором было проведено в мае 1953 г. (рис. 1). Высота воды в камере при шлюзовании меняется на 40 м. Длина камеры – 100 м.

Шлюз построен на правом берегу реки таким образом, что его береговая стена упирается через гравийно-песчанную засыпку в коренную скальную породу правого берега. Речная стена представляет собой вертикальное железобетонное сооружение трапециидального сечения высотой 26 м над коренным грунтом берега реки. При каждом наполнении шлюза масса воды (~80000 т) давит на стенки камеры и приводит к их периодическим деформациям, которые фиксируются как отклонения поверхности стенок. Ниже по течению находится г. Усть-Каменогорск с населением в 300 тыс. чел., и этот гидроузел представляет серьезную техногенную опасность.

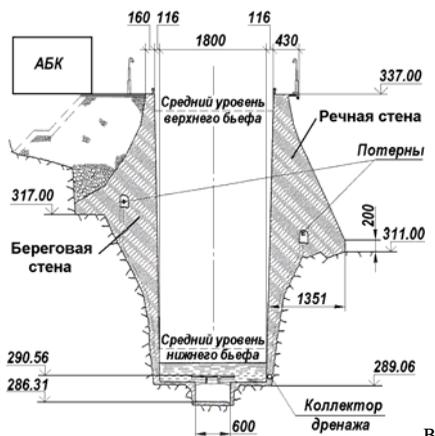
Отклонения стенок наблюдаются в виде изменения расстояний между ними в процессе наполнения-опорожнения камеры, а также при смене сезонов года. Измерение отклонений первоначально осуществлялось мерной лентой путем измерения расстояний между опорными точками на стене АБК и контрольными точками на ограждающих парапетах в верхней части стенок камеры, что являлось неоперативной и неточной измерительной процедурой.



а



б



в

Рис. 1. Вид шлюза со стороны его нижней головы, слева – двухэтажное здание административно бытового корпуса (АБК): а – наполненная камера; б – осушенная камера, в – поперечное сечение шлюза (размеры в сантиметрах, высотные отметки в метрах).

В 2006 г. в ИМКЭС СО РАН по заказу РГК ВК ПВП для долговременного и оперативного контроля за положением стенок камеры шлюза была создана лазерная система мониторинга (ЛСМ) на основе лазерных дальномеров. Ее описание и методика измерений приведены в [2]. Дальномеры обеспечивают возможность контролирования смещений верхней части береговой и речной стенок на трассах АБК-КП6'-КП6 и АБК-КП7'-КП7 (рис. 2).

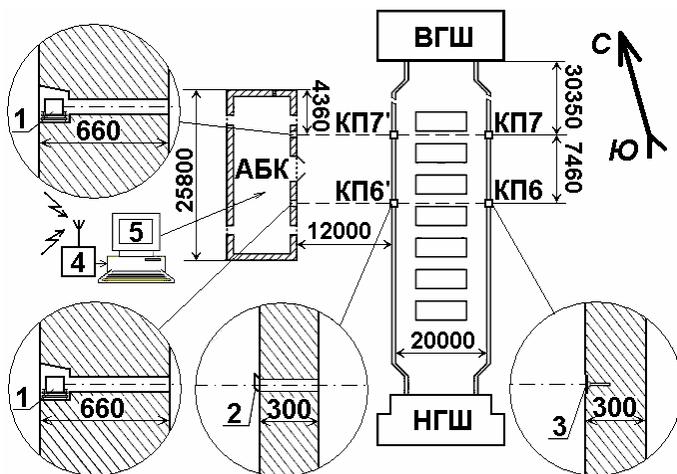


Рис. 2. Схема размещения составных частей ЛСМ в Усть-Каменогорском шлюзе: ВГШ – верхняя голова шлюза; НГШ – нижняя голова шлюза; КП6, КП7, КП6'; КП7' – места установки отражателей; 1 – лазерный дальномер; 2 – первый отражатель на шарнире; 3 – второй отражатель; 4 – Bluetooth-адаптер; 5 – компьютер (все размеры в мм).

На рисунке 3 представлены полученные за шестилетний период наблюдений результаты измерений. Верхние кривые на каждой из трасс показывают сезонные изменения расстояний до отражателей, забетонированных в парапете речной стенки. Средние кривые соответствуют изменениям расстояний до отражателей, установленных в парапете береговой стенки. Закрашенные вертикальные полосы определяют временные периоды, в течение которых камера шлюза была осушенной. Нижние кривые трассовых измерений отображают рассчитанные значения ширины камеры с линейными трендами. Каждый представленный результат усреднялся по 5 измерениям. Сезонные колебания температур окружающего воздуха и бетона в стенках камеры показаны в нижней части рисунка 3.

Наиболее точными результатами являются рассчитанные значения ширины камеры шлюза, так как при их вычислениях исключаются возможные температурные смещения стены здания АБК, в которой установлены дальномеры. Тренды изменения ширины шлюза показывают, что наблюдается тенденция сближения расстояний между речной и береговой стенками камеры, которые состоят из отдельных вертикальных секций, разделенных температурными швами. В секциях, находящихся на трассе АБК-КП7'-КП7, тренд в течение всего срока наблюдений составляет ~ -1 мм/год, а на трассе АБК-КП6'-КП6 после суровой зимы 2010/2011 гг. он составил -3,65 мм/год; после 6 лет наблюдений этот тренд уменьшился до

-2,92 мм/год. При этом большой вклад в этот тренд дает смещение речной стенки в направлении к береговой.

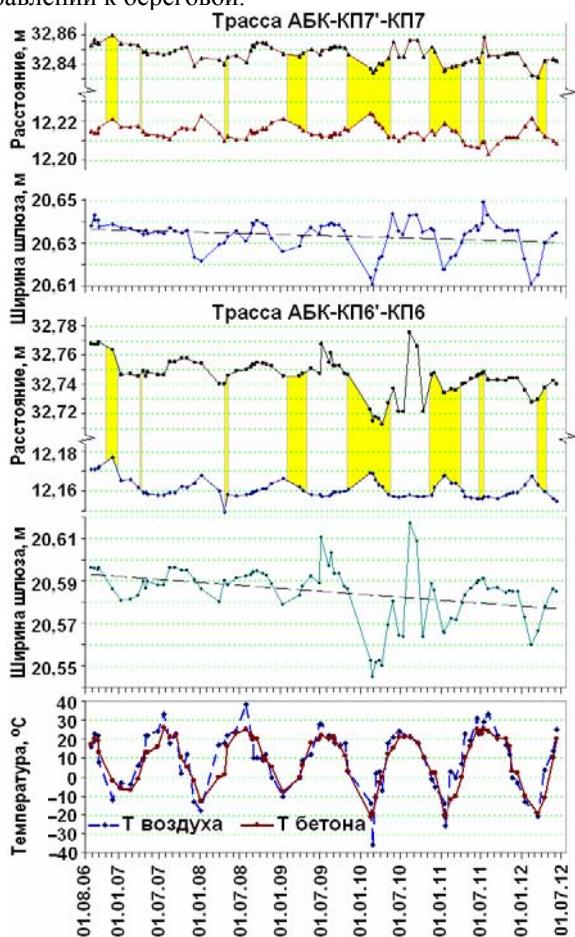


Рис. 3. Сезонные изменения расстояний на измерительных трассах, значения ширины камеры шлюза и колебания температур воздуха и бетона в стенках

В 2008-2009 годах проводилось также исследование влияния процесса «наполнение-опорожнение» камеры шлюза на отклонение береговой и речной стенок. Наиболее интересные результаты измерений на трассе АБК-КП6'-КП6 показаны на рисунке 4. Режим наполненной камеры характеризуется увеличением расстояния между ее стенками. При этом расстояние до отражателя в речной стенке увеличивалось на  $10 \pm 2$  мм в зависимости от времени года (рис. 4). Береговая стенка при наполнении всегда смещалась в сторону здания АБК на  $\sim 1$  мм, а затем возвращалась в

исходное состояние после опорожнения шлюза. Процесс возвращения речной стенки в исходное состояние в большинстве случаев проходил наподобие затухающего маятника. Если измерения проводились сразу после опорожнения камеры, то наблюдалось незначительное смещение речной стенки ( $\sim 1 \div 2$  мм) в сторону берега (рис. 4, треугольные маркеры на верхней кривой), после чего стена возвращалась в исходное состояние.

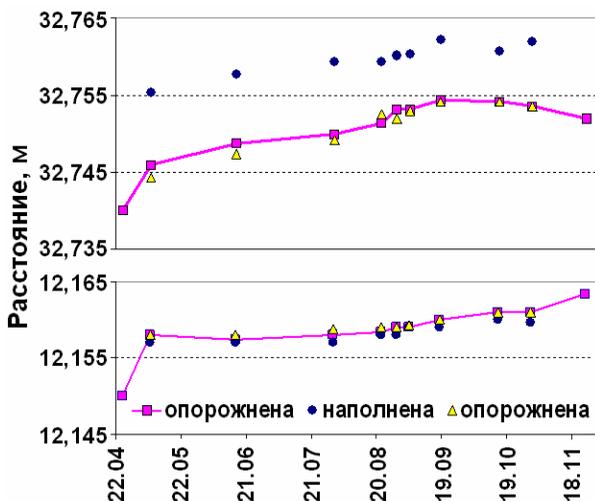


Рис. 4. Изменение положения стенок камеры шлюза в режимах «опорожнена-наполнена-опорожнена» в 2008 г.: верху – речная стенка, внизу – береговая.

Проведенный долговременный мониторинг отклонения стенок камеры шлюза с помощью ЛСМ позволил выявить определенные закономерности, обусловленные как сезонными температурными изменениями, так и влиянием динамических нагрузок, создаваемых процессом наполнения-опорожнения его камеры. Имеется значительная корреляция между перемещениями береговой и речной стенок и изменениями температуры воздуха и бетона. При отрицательных температурах происходит уменьшение ширины шлюза за счет смещения береговой и речной стенок в сторону оси симметрии камеры. Влияние на положение стенок динамических нагрузок, связанных с пропуском судов через шлюз, значительно меньше, кроме того, после снятия таких нагрузок положение стенок восстанавливается. Отмечена тенденция незначительного сближения стенок камеры шлюза за период наблюдений.

*Авторы выражают признательность начальнику Усть-Каменогорского шлюза г-ну О.В. Живикину за обеспечение внедрения данной работы.*

## Литература

1. Тихомиров А.А., Татур В.В., Ляпунов В.М., Омаролинова О.Н. Лазерная система контроля за отклонением стен камеры Усть-Каменогорского шлюза // Оптика атмосферы и океана. – 2011. – Т. 24. – № 5. – С. 432-436.
2. Фролов Р.Д., Шмелев Г.М. Лоция единой глубоководной системы. Учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1991. – 269 с.

## НЕФТЕПРОДУКТЫ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ШИРИНСКОГО РАЙОНА ХАКАСИИ

*А.А. Хвасцевская, В.А. Шушарина*

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,  
inprc\_voda@mail.ru*

## PETROLEUM PRODUCTS IN GROUNDWATER SHIRA REGION OF KHAKASSIA

*A.A. Hvashevskaya, V.A. Shusharina*

*Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

*В водоснабжении Республики Хакасия основную роль играют подземные воды, доля которых в общем водопотреблении составляет 96%. Многолетние наблюдения в период с 1999 по 2011 г на территории Ширинского района Хакасии за химическим составом подземных вод (родники, водозаборные скважины, колодцы) позволили выявить особенности формирования этих вод. Наряду с этим выявлены участки с высоким содержанием нефтепродуктов в водах, которые предположительно могут служить признаками водопроявлений с признаками нефтяного обогащения.*

*The water supply of the Republic of Khakassia is dominated by groundwater, which share in the total water consumption is 96%. Long-term observations in the period from 1999 to 2011 in the Shira region of Khakassia of the chemical composition of groundwater (springs, boreholes and wells) have revealed features of the formation of these waters. At the same time, identified areas with a high oil content in the water, which presumably could be signs of water seepage signs of oil wealth.*

В настоящее время нефтепродукты (НП) относятся к загрязняющим веществам, получившим глобальное распространение и угрожающим безопасности среды обитания человека. Среди особенной загрязнения подземных вод НП отмечается широта их распространения и единовременная

нагрузку на все компоненты природной среды при долговременности воздействия на них. По миграционным способностям НП подразделяются на две группы: образующие малоподвижные, локальные зоны загрязнения а также обладающие наибольшей подвижностью и способные к формированию плавающих линз [1].

Способность НП к растеканию, прилипанию, пленкообразованию на границах сред создает труднопреодолимые барьеры для жизненно важных газов и жидкостей, вызывают заболевание и гибель гидробионтов, уничтожают нерестилища и нагульные угодья и пр. Входящие в состав НП алифатические, нафтеновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое и в некоторой степени наркотическое воздействие на организм человек, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы [2].

Понятие «нефтепродукты» в гидрохимии условно ограничивается только углеводородной фракцией (алифатические, ароматические, алициклические углеводороды), как и с точки зрения аналитической химии, где при анализе вод за это понятие принимается сумма неполярных и малополярных соединений, растворимых в гексане. В настоящее время для определения НП в водах используются гравиметрический, ИК-спектрометрический, газохроматографический и флуориметрический методы, позволяющие охватить большой диапазон концентраций НП в водах.

В водоснабжении Республики Хакасия основную роль играют подземные воды, доля которых в общем водопотреблении составляет 96%. Многолетние наблюдения в период с 1999 по 2011 гг. на территории Ширинского района Хакасии за химическим составом подземных вод (родники, водозаборные скважины, колодцы) позволили выявить особенности состава этих вод.

Подземные воды (родники и скважины) Ширинского района достаточно разнообразны по ионно-солевому составу, общей минерализации, содержанию микрокомпонентов. Результаты исследования химического состава подземных вод в обобщенном виде представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристика состава подземных вод, мг/л**

Компоненты	Минимум	Максимум	Среднее	Подземные воды зоны гипергенеза*	Средний состав подземных вод провинции континентального засоления*
pH	6,66	8,16	7,48	6,9	7,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	204	784	385	187	349
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	8,5	6248	389	76,7	304
Cl <sup>-</sup> , мг/л	0,7	2968	182	59,7	258
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,1	189	23,26	2,40	5,78
F <sup>-</sup> , мг/л	<0,19	17,6	0,98	0,48	1,47

Компоненты	Минимум	Максимум	Среднее	Подземные воды зоны гипергенеза*	Средний состав подземных вод провинции континентального засоления*
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	17	467	98,5	39,2	86,4
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	7,32	1138	78	18,2	46,2
Na <sup>+</sup> , мг/л	2,7	2235	169,34	67,8	260
K <sup>+</sup> , мг/л	0,25	13,65	2,89	5,15	18,4
Si, мг/л	2,85	8,5	5,62	8,36	14,6
Fe, мг/л	0,005	2,3	0,18	0,48	0,71
Мин., мг/л	246	13610	1297	469	1360
Li, мкг/л	10	1810	97	13,0	39,7
Al, мкг/л	<100	336	105	226	370
Sc, мкг/л	0,002	0,18	0,028	0,07	–
Ti, мкг/л	<0,6	9,3	4,42	17,4	59,1
Cr, мкг/л	0,9	62,3	5,34	3,03	4,03
Mn, мкг/л	<6	1977	94,27	54,5	135
Co, мкг/л	0,09	1,5	0,25	0,39	0,62
Ni, мкг/л	0,7	4,9	1,17	3,58	5,47
Cu, мкг/л	<0,6	14,1	3,22	5,58	11,9
Zn, мкг/л	0,5	16,2	3,85	41,4	85,6
As, мкг/л	0,5	87,9	6,08	1,46	1,93
Br, мкг/л	16	14300	393	40,8	263
Sr, мкг/л	50	13560	3127	183	560
Cd, мкг/л	0,02	0,32	0,06	0,24	0,42
Sn, мкг/л	0,015	0,297	0,05	0,39	0,54
Sb, мкг/л	0,03	17,4	1,44	0,68	0,86
Ba, мкг/л	3,2	910	67,53	18,3	33,6
La, мкг/л	<0,003	3,4	0,41	0,67	–
Au, мкг/л	0,001	0,54	0,022	0,005	0,013
Hg, мкг/л	0,01	0,29	0,04	0,04	–
Pb, мкг/л	0,05	9,9	0,14	2,97	6,12
U, мкг/л	0,1	27,9	6,33	1,31	4,32

Примечание: \* – по С.Л. Шварцеву, 1998.

По сравнению с обычными водами зоны гипергенеза в водах района отмечается превышение содержаний сульфат-иона, нитрат-иона, брома, стронция, хлор-иона, фтора, натрия. Эти компоненты являются типичными для аридных ландшафтов, поскольку накапливаются в растворах

при испарительном концентрировании. Вместе с тем в подземных водах района содержания кальция, магния, калия, кремния, железа, алюминия и большинства микрокомпонентов (благодаря их преимущественно литогенному поступлению в воды) хорошо согласуются со средними значениями в водах зоны гипергенеза (табл.1).

Подземные воды района характеризуются преимущественно гидрокарбонатным кальциевым или кальциево-магниевым химическим составом вод. С повышением минерализации вод от 0,3 г/л до 13,6 г/л в анионном составе увеличивается доля сульфат- и хлорид ионов, а в катионном – магния и натрия.

В водах селитебных районов (п. Шира) почти во всех опробованных скважинах отмечается устойчивое загрязнение азотными соединениями и, прежде всего нитратами, в концентрациях значительно превышающих предельно допустимые для питьевых вод, что видно из таблицы 2.

Результаты определений в подземных водах НП (табл. 2), полученные в 2004 г., показали значительные колебания их содержаний от 0,02 до 18,0 мг/л. Вместе с тем вода имела стойкий запах продуктов нефтепереработки, а в ряде случаев на поверхности воды имела маслянистая пленка. Недопустимое загрязнение вод НП отмечается в скважинах п. Шира по ул. Лазо 35, Линейная 42, 37, Мира 42/2, а также по ул. Чебодаева (до 2,2 мг/л), Балахчинская (0,11-1,26 мг/л), Северная (0,11-3,42 мг/л) и др., что настоятельно потребовало проведения мониторинговых наблюдений для выявления источников загрязнения и принятия мер по их устранению.

По данным 2011 г. содержание НП в подземных водах опорных объектов мониторинга на глубине до 20 м колеблется в пределах 0,09-2,49 мг/л при сохранении ранее выделенных пунктов с аномально высоким содержанием углеводородов. При этом в скважинах глубиной до 120 м содержание НП составляет 0,12-0,19 мг/л.

**Таблица 2 – Органические вещества в подземных водах п. Шира**

Номер пробы	Привязка	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Об.ж.	Мин	Ок. перм.	Нефтепродукты, мг/л			
		мг/л	мг/л	мг/л	мг-э/л	мг/л	мгО <sub>2</sub> /л	2004	2008	2009	2011
х-430	скв., ул Линейная 37, глуб.13м	0,27	7,7	203	17,6	1349	4,08	2,26	8,26		
Х-369	скв., ул Линейная 27, глуб.18м							0,92	0,15		0,24
х-438	скв., ул Линейная 42, глуб.16м	0,07	0,06	161	23,3	1746	2,44	0,06 2		12,6	

Номер пробы	Привязка	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Об.ж.	Мин	Ок. перм.	Нефтепродукты, мг/л			
		мг/л	мг/л	мг/л	мг-э/л	мг/л	мгО <sub>2</sub> /л	2004	2008	2009	2011
х-437	скв., ул Линейная 44, глуб.14м	0,61	0,1	152	23,1	1726	2,56	0,11		0,11	0,33
х-439	скв., ул Линейная 47, глуб.10м	0,09	0,07	169	20,3	1547	2,6	6,83			
х-431	скв., ул.Гагарина 3/2, глуб.16м	0,25	0,01	49,6	13,6	1297	3,92	0,02			
х-432	скв., ул Лазо 42, глуб.	0,25	0,55	970	9,8	734	1,12	0,02			
х-436	скв., ул Лазо 35	0,12	0,17	107	10,4	799	2,04			11,0	
х-433	скв., ул. Октябрьская 145, глуб.12м	0,18	0,01	162	12,4	875	2,88	0,05			
х-434	скв., ул.Октябрьская 152/б, кв.2, глуб.11м	0,16	2,31	96	11,7	813	1,11	0,02			
х-435	кол., ул.Октябрьская 135, глуб.6м	1,03	28,6	222	14,4	983	5,84			0,02	
х-440	скв., ул.Мира 42/2, глуб.15м	<0,05	0,08	173	11,9	807	3,64			18,8	

Вместе с тем высокие содержания НП зафиксированы в подземных водах на участках, не примыкающих к жилым районам и не имеющих антропогенной нагрузки. Это родники в долине руч. Сохочул (0,12-4,73 мг/л), Шишкина заимка (0,24-1,09 мг/л), на разломе (8,47 мг/л) и др.

Таким образом, проведенные исследования позволили получить новые данные по уровням концентраций в водах нефтепродуктов и соединений азота, являющихся признаком прогнозируемой нефтеносности района и показателями антропогенного загрязнения территории. Предоставление информации о составе подземных вод п. Шира администрации Ширинского района Республики Хакасия позволила частично решить вопрос о проведении централизованного водоснабжения населению по адресам, где состав вод не имеет соответствующего питьевого качества.

## Литература

1. Егоров Н.Н., Шипулин Ю.К. Особенности загрязнения подземных вод и грунтов нефтепродуктами // Водные ресурсы. – 1998. – Т. 25. – №5. – С. 598-602.
2. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология: Теоретические и прикладные аспекты. – М.: Наука, 2009. – 400 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНОРУДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Б.А. Цыбикова, А.А. Батоева*  
*Байкальский институт природопользования СО РАН,*  
*belegmats@binm.bscnet.ru*

*B.A. Tsybikova, A.A. Batoeva*  
*Baikal institute of natural management of Siberian Branch of Russian Academy*  
*of Sciences*

*Изучение пространственно-временных изменений состояния депонирующих сред, а именно динамики изменения содержания приоритетных экотоксикантов в природных поверхностных водах, донных отложениях, почвах, растительности на базе сравнительного анализа с использованием современных результатов и результатов, проведенных ранее геоэкологических исследований (1996) позволило оценить влияние горнорудного предприятия на окружающую среду и эффективность комплекса осуществляемых средоохранительных мер.*

*The study of spatio-temporal changes in the state of environment, namely, trends contents of the priority toxicants in natural surface waters, sediments, soils, vegetation, on the basis of comparative analysis, using the latest results and the results of earlier geoenvironmental studies (in 1992-1996) allowed us to estimate the influence of gold mining on the environment and the effectiveness of the system carried out by environment protection measures.*

ОАО «Бурятзолото», производственная деятельность которого связана с добычей и переработкой золотосодержащих руд с целью извлечения из них золота и серебра, одно из самых крупных, стабильно работающих и перспективных предприятий горнорудного кластера РБ. Оно ведет разработку двух месторождений рудного золота (на рудниках «Холбинский» и «Ирокинда»), относящихся к важнейшим месторождениям, формирующим основу минерально-сырьевой базы Республики Бурятия. Анализ данных о

хозяйственном использовании территории и систематических мониторинговых наблюдений позволил выявить основные и потенциальные источники воздействия рудников на водосборные бассейны малых рек, а именно шахты (сброс загрязненных дренажных вод), отвалы пород вскрыши и некондиционных руд (выщелачивание токсичных элементов атмосферными осадками), обогатительные фабрики и цех гидрометаллургии (жидкие хвосты флотации и цианирования), хвостохранилища, вахтовые поселки, автохозяйства и другие вспомогательные производства, поверхностный сток с селитебных территорий и промплощадок, осадки, выпадающие на поверхность водных объектов и содержащие пыль и загрязняющие вещества от промышленных выбросов. Также возможно попадание инфильтрационных вод с полигонов складирования хозяйственно-бытовых сточных вод вахтовых поселков. Приоритетными являются следующие экотоксиканты – тяжелые металлы (медь, цинк, железо, никель), цианиды, роданиды, азотсодержащие соединения (ионы аммония, нитриты, нитраты), нефтепродукты, флотореагенты.

Цель работы состояла в оценке современного состояния основных компонентов окружающей природной среды в зоне влияния рудника «Холбинский», динамики изменения содержания приоритетных экотоксикантов (I, II классов опасности) в природных поверхностных водах, донных отложениях, почвах и растительности (в качестве биоиндикатора – мох сфагнум) на базе сравнительного анализа с результатами предыдущих биогеохимических исследований (1992-1996).

Объект исследования – рудник «Холбинский». Он находится на территории Окинского района Республики Бурятия в сильно расчлененной высокогорной области юго-восточной части Восточных Саян. Территория, занимаемая рудником, расположена на безлесных землях в гольцовой зоне на высоте 1965-2240 м над уровнем моря и географически входит в горную систему Восточных Саян. Рельеф района работ – высокогорный, труднопроходимый, расчлененный глубокими долинами рек. Плато, на котором находится рудник «Холбинский», является водосборной территорией рек Китой, Урик, Ока, Иркут. Малые реки (Самарта, Зун-Холбо, Барун-Холбо и др.), являющиеся истоками указанных выше рек, относятся к водоемам высшей категории рыбо-хозяйственного пользования.

Гидрографическая сеть прямо или косвенно являющаяся объектом воздействия рудодобывающего и перерабатывающего комплекса «Холбинский», представлена двумя основными водотоками: р. Самарта и р. Зун-Холбо. С целью оценки современного состояния окружающей природной среды в зонах влияния рудника «Холбинский» в летний межень период 2011 г. в районе Самарто-Холбинской зоны было проведено обследование (отбор проб и химико-аналитические работы) согласно разработанной ранее схеме опробования: поверхностных природных вод – фоновые и контрольные створы рек Самарта, Китой и Зун-

Холбо; донных отложений рек Самарта и Зун-Холбо; почв и растительности (мха сфагнома).

Для отбора проб почв в пос. Самарта были заложены пять профилей, согласно утвержденной на руднике схеме контроля: 1 – 300 м ниже полигона хозбытовых стоков; 2 – 100 м ниже хвостохранилища хвостов флотации; 3 – 100 м ниже промплощадки; 4 – 100 м ниже цеха обогащения; 5 – 100 м ниже поселка Самарта. Для получения дополнительной информации третий и четвертый профили были продлены на восток, за границу хвостохранилища цеха обогащения (ЦО).

В пос. Зун-Холба отбор почв и растительности проводился с территории, прилегающей к реке Зун-Холбо согласно схеме лабораторного контроля качества поверхностных вод, утвержденной на руднике. Отбор проб, пробоподготовка и все химико-аналитические работы проведены в соответствии с требованиями стандартов и аттестованных методик [1-4].

Известно, что одними из наиболее точных индикаторов состояния природных экосистем, находящихся под прессом горнодобывающих предприятий, являются тяжелые металлы такие, как свинец, цинк, медь, никель, кадмий, хром, содержащиеся в природных поверхностных и подземных водах, донных отложениях и прилегающих почвах [5-6]. Их содержание может характеризовать общий уровень техногенного воздействия предприятия [7-8].

Сравнительный анализ загрязненности территории промплощадки Самарта, проведенный с использованием результатов, полученных ранее, позволил установить, что за исследуемый период уровень загрязненности поверхностных вод металлами такими, как медь, никель, цинк и железо несколько увеличился. Анализ полученных данных по промплощадке Зун-Холба за период с 1996 по 2011 г.г. на контролируемых участках реки Зун-Холбо показал, что по ионам меди и железа произошло некоторое снижение их концентраций, а по цинку и никелю в некоторых, наоборот – увеличение. Содержание ионов железа и меди находится выше норм ПДК, но в пределах фона. Сравнение с имеющимися данными по этим двум металлам показывает, что их содержание является природной аномалией вод Самарто-Холбинской зоны.

Вопрос о выборе критерия оценки загрязнения почв и донных отложений, выделении различных категорий их состояния относится к важнейшим теоретическим и методическим аспектом геоэкологии. Для этих целей широкое применение нашел метод, предложенный А.П. Виноградовым. Другим способом оценки степени загрязнения донных отложений является определение игео-класса, или индекса геоаккумуляции (I-geo), предложенный Г. Мюллером. Установлено, что система А.П. Виногорова хорошо коррелирует с оценочной структурой загрязнения донных отложений водных объектов по игео-классам Г.Мюллера (табл.).

**Таблица – Оценка уровня загрязнения донных отложений по игео-классам и техногенной нагрузки на водные экосистемы [11]**

И-гео класс	Уровень загрязнения тяжелыми металлами по Г.Мюллеру	Z <sub>c</sub>	Техногенная нагрузка на водные экосистемы по А.П. Виноградову
0	незагрязненный	<16	допустимая, слабая (малоопасная)
1	незагрязненный до умеренно загрязненного		
2	умеренно загрязненный	16-32	умеренная (умеренно опасная)
3	средне загрязненный		
4	сильно загрязненный	32-128	сильная (опасная)
5	сильно загрязненный до чрезмерно загрязненного		
6	чрезмерно загрязненный	>128	чрезмерная (особо опасная)

По уровню загрязнения донных отложений реки Самарта техногенную нагрузку на водные экосистемы можно оценить как допустимую или слабую, значение Z<sub>c</sub> находится в интервале от 2,3 до 10,3. По остальным металлам донные отложения относятся к классам «незагрязненные» и «незагрязненные до умеренно загрязненных» (игео-классы от –1 до 1).

Впервые проведены исследования состава донных отложений реки Зун-Холбо и прилегающих к ней почв. По уровню загрязнения донных отложений реки Зун-Холбо техногенную нагрузку на водные экосистемы можно оценить как допустимую или слабую, значение Z<sub>c</sub> находится в интервале от 7,3 до 9,7. Уровень геохимического загрязнения почв на территории п. Зун-Холба оценивается как «допустимый» (Z<sub>c</sub> до 7).

Биохимическое опробование в поселках Самарта и Зун-Холба показало, что мхи за время своего существования накапливают заметные количества свинца и цинка. В их золе содержание этих элементов выше на порядок таковых в почвах.

Проведенный анализ показал, что предприятие все же влияет практически на все элементы биосферы: литосферу, гидросферу, атмосферу, включая естественную биоту. Основной экологической задачей производства на современном этапе является сохранение на должном уровне качества окружающей природной среды. Инструментом для достижения ее нормального качества является экологическое совершенствование производства, которое предполагает экономию потребляемых ресурсов и сокращение массы образующихся отходов, что достигается созданием и внедрением бессточных производств и безотходных технологий.

Поскольку природоохранная деятельность горноперерабатывающего предприятия должна осуществляться на базе полных и объективных данных о состоянии окружающей среды, в связи с этим возрастает роль

геоэкологических исследований сложных природно-техногенных систем, формирующихся в зоне влияния горнодобывающих комплексов, целью которых является изучение изменений природной среды под воздействием конкретных техногенных объектов (существующих или проектируемых) для разработки или корректировки ОВОС, оценки экологического неблагополучия территории и обоснования комплекса средозащитных мер.

### **Литература**

1. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. ПНД Ф 12.1:2.2:2.3.2. - 03. Отбор проб почв, грунтов, осадков биологических очистных сооружений, шламов промышленных сточных вод, донных отложений искусственно созданных водоемов, прудов – накопителей и гидротехнических сооружений.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
3. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб.
4. ГОСТ 17.1.5.04-81. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод.
5. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Учебное пособие. Часть 2. Специальная / Под ред. Ю.А.Афанасьева, С.А.Фомина. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.
6. Комплексное использование водных ресурсов / В.Н. Рудин, С.В. Яковлев, И.Г. Губий, И.И. Павлинова. – М.: Высшая школа, 2005. – 384 с.
7. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. – М.: Гаудеамус, 2007. – 237 с.
8. Экологический мониторинг. – М.: Академ. проект, 2006. – 415 с.

## **ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ГОРОДА ИРКУТСКА**

*П.А. Шолохов*

*Институт земной коры СО РАН г. Иркутск,*

## **ESTIMATION OF GROUNDWATER TRANSFORMATION BY URBAN IMPACT IN IRKUTSK AREA**

*P.A. Sholokhov*

*Institute of the Earth's Crust, Irkutsk, Sholokhov@crust.irk.ru*

*Изучена проблема преобразования гидрогеохимических условий урбанизированных территорий на примере г. Иркутска. Рассматриваются особенности геохимии подземных вод в природной обстановке и в условиях техногенной нагрузки на основе фактического материала, накопленного за последние 20 лет.*

*Review is dedicated to the problem of hydrogeochemical conversion of urban territories illustrating by Irkutsk state area. A hydrogeochemical condition is considered in case of urban and natural environment based on collected over 20 years data.*

Гидрогеохимические условия г. Иркутска и его окрестностей, имеющие длительную историю развития, представляют большой практический интерес. Учитывая большой объем накопленной информации за последние 20 лет, уместным было бы ввести его в научный и практический оборот. Настоящей работой делается попытка восполнить хотя бы частично существующий пробел в исследованиях.

Территория, занимаемая городом, в гидрогеологическом отношении изучена относительно хорошо. Выполненные в прошлом исследования охватывают весь осадочный чехол, но наиболее полно обследована верхняя часть разреза до глубины 1200 м. Детальность гидрогеодинамического и гидрогеохимического опробования с глубиной уменьшается приблизительно по экспоненте. Максимальное количество учтенных водоупунктов отмечается в верхней части гидрогеологического разреза до глубины 100-200 м. Геологический разрез осадочного чехла на рассматриваемую глубину состоит главным образом из отложений кембрия, юры и современных четвертичных образований. В целом для гидрохимического разреза г. Иркутска характерна вертикальная и горизонтальная зональность, выделяемые на основе изменений в химическом, газовом составе и минерализации подземных вод.

Рассмотрим детальнее зону пресных вод, ограниченную по совокупности протекающих природных и техногенных процессов. Мощность этой зоны в долинах крупных рек достигает 120-150 м, тогда как на обширных междуречных пространствах увеличивается на 100-120 м. Минерализация воды юрского комплекса пород не превышает 1 г/дм<sup>3</sup>, что

обуславливает интенсивное использование вод в децентрализованном хозяйственно-питьевом водоснабжении в периферическом поясе города. Природный химический состав подземных вод юрских пород в целом характеризуется стабильностью величин макро- и микрокомпонентов. Вносимая техногенная компонента, хорошо отслеживаемая на городских территориях, в настоящее время почти отсутствует в подземных водах юрских пород коренной основы. Следует упомянуть, что рассматриваемой водоносной толще свойственна существенная фильтрационная неоднородность, а повсеместное залегание глеевого горизонта, участие которого в водопритоках делает воду некондиционной по содержанию железа и марганца, нередко многократно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК<sub>в</sub>).

На фоне подземных вод юрских комплексов, сохраняющих свой природный геохимический облик, выделяются водоносные горизонты четвертичных отложений. На слайде продемонстрированы два секущих разреза по р. Ангаре, захватывая часть территории г. Иркутска. Значительная часть городской территории размещается на поверхности высокой поймы, а также террас нижнего и среднего комплекса р. Ангары. Питание четвертичных водоносных горизонтов осуществляется за счет атмосферных осадков и поверхностных вод реки. Рассматриваемый горизонт в прирусловой зоне имеет активную гидравлическую взаимосвязь с поверхностными водотоками, которые во время паводков становятся источниками дополнительного питания. Подземные воды в таких условиях за последние 50 лет оказались под существенным техногенным воздействием. Произошли изменения в их химическом составе в результате длительного загрязнения, источниками которого являются производственные предприятия и коммунальные системы города.

Так на левобережье р. Ангары кроме Кайской промышленной зоны с расположенными в ее пределах крупными предприятиями (Ново-Иркутская ТЭЦ, масложиркомбинат и ряда др.) огромными пространствами выделяется жилая зона. Свойственное ей наличие больших по протяженности систем водопроводных и канализационных коммуникаций за несколько десятилетий изменило гидрохимический облик этой территории. В промышленном секторе Ленинского района произошла полная метаморфизация химического состава воды, выразившаяся в смене главных анионов и катионов, сопровождающаяся увеличением минерализации (до 3-4 раз в среднем) и агрессивности.

В зоне влияния техногенных объектов в геологическом разрезе протекают процессы химического преобразования, которые приводят к смене химического типа вод. В границах города таким примером служит промышленный сектор, на территории которого расположен ряд крупных предприятий. Для этих объектов нередки большие потери технических и канализационных вод. Попадая в грунтовый водоносный горизонт, водные

растворы смешиваются с грунтовым потоком, приобретая в результате обменных процессов отличный от естественного состав – нередко с замещением главных катионов. Кроме того, в Ленинском районе отмечается распространение сульфатных вод на большей части освоенной площади, что также может быть объяснено негативным воздействием техногенной компоненты. Наряду с макрообменными процессами происходят и преобразования в микрокомпонентом составе вод.

Накапливаются в широком спектре металлы, концентрация которых в подземных водах такого типа может достигать значительных величин. Достаточно упомянуть, что по ряду химических анализов концентрации металлов превышали ПДК<sub>В</sub> (железо – до 17 мг/дм<sup>3</sup>; ртуть – до 0,01 мг/ дм<sup>3</sup>; свинец – до 0,87 мг/дм<sup>3</sup> и др.). Темп происходящих химических реакций зависит от природных условий, которыми являются мощность водовмещающих пород и глубина залегания подземных вод, а также литологический состав отложений зоны аэрации.

В пределах упомянутого выше Ленинского промышленного узла водоносные отложения поймы, первой и второй террас р. Ангары вмещают воды, величина минерализации которых достигает 4-5 г/дм<sup>3</sup>. Химический состав этих вод претерпел антропогенное преобразование, тогда как в коренных угленосных отложениях юрского возраста, залегающих ниже по разрезу, изменений не обнаружено. Вне городской застройки и промышленных секторов минерализация воды и ее гидрокарбонатный щелочно-земельный состав вполне соответствуют величине естественного фона, изредка превышая общую минерализацию в 0,5 г/дм<sup>3</sup>.

Современное совокупное влияние всех техногенных объектов на подземные воды четвертичных отложений в целом ограничивается местом размещения источника и характеризуется незначительным ареалом распространения загрязнения. Но большое количество скважин различного назначения, их плохое состояние, множественные утечки из систем канализации на территории с взаимосвязанными обводненными комплексами террас без четко выдержанных водоупоров увеличивает техногенную нагрузку на подземные воды, способствуя распространению некондиционных вод в нижележащие горизонты. Такая ситуация наблюдается на наиболее уязвимых застроенных участках (исторический центр, предместье Рабочее, Ново-Ленино), где потенциал защищенности подземных вод вскоре может быть исчерпан.

Отмеченная ранее техногенная компонента меняет облик подземных вод, но изменения гидрогеологических и гидрогеохимических условий для г. Иркутска до сих пор не получили должного картографического отображения, а существующие единичные источники гидрогеологической информации не обладают достаточной полнотой приводимых сведений.

## **УПРОЩЕННАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИСПАРЕНИЯ ВОДЫ ПОЧВОЙ ПРИ МУЛЬЧИРОВАНИИ**

*Н.А. Шумова*

*Институт водных проблем РАН, shumova@aqu.a.laser.ru*

## **A SIMPLIFIED METHOD OF ESTIMATION OF SOIL WATER EVAPORATION UNDER MULCHING**

*N.A. Shumova*

*Water Problems Institute Russian Academy of Science*

*Представлена упрощенная методика оценки испарения воды почвой при мульчировании, которая намного упрощает расчет, сохраняя при этом приемлемую точность.*

*Presented is a simplified method of estimating of soil water evaporation under mulching, which greatly simplifies the calculation, while maintaining acceptable accuracy.*

В условиях антропогенной нагрузки на окружающую среду в сельскохозяйственном производстве растет интерес к природоохранной агротехнике, связанной с более рациональным использованием природных ресурсов. В настоящее время наиболее привлекательными становятся технологии, предполагающие минимальное воздействие человека на окружающую среду и приближающие сельскохозяйственные экосистемы к более естественному для биосферы виду [1-2]. Одним из звеньев таких технологий является мульчирование почвы растительными остатками, которые условно можно считать аналогом растительного войлока, образующегося в целинной степи. Использование мульчи приводит к значительному снижению испарения воды почвой – снижению непродуктивного испарения. При мульчировании почвы за счет уменьшения непродуктивной составляющей суммарного испарения увеличивается транспирация сельскохозяйственных культур (т.е. повышается их водообеспеченность), что особенно важно в засушливых регионах, испытывающих дефицит водных ресурсов.

Оценка результатов довольно многочисленных полевых опытов по эффективности применения мульчирования, описанных в литературе, проводилась на основе сравнения урожаев или влажности почвы на участках, покрытых мульчей, и на контрольных. Возможности перенесения полученных результатов за пределы условий, в которых ставились опыты, а тем более их более широкое обобщение оказались крайне ограниченными.

Количественно оценить влияние применения мульчирования на снижение непродуктивного испарения можно при использовании модели испарения воды почвой. Задачей настоящего исследования является разработка упрощенной методики расчета испарения воды почвой при мульчировании.

В основе оценки испарения воды почвой при наличии мульчи лежит формула, описывающая испарение через просохший слой почвы [3], которая для условий мульчирования записывается как [4]:

$$E_{\text{пм}} = \frac{E_{\text{п0}}}{1 + \beta z_{\text{м}}} \quad (1)$$

$$E_{\text{п0}} = b_1 \Phi_{\text{л}} D_{\text{п}} d + b_2 (R e^{-s\omega} - B) \quad (2)$$

$$\Phi_{\text{л}} = e^{-1.1\omega}, \quad D_{\text{п}} = \frac{0,8u}{u^{1/2} + 0,7} \quad (3)$$

$$b_1 = \frac{0,7}{1 + 1,56\varphi}, \quad b_2 = \frac{0,026\varphi}{1 + 1,56\varphi}, \quad \varphi = \frac{24513}{(235 + T)^2} e^{\frac{17,1T}{235+T}} \quad (4)$$

где:  $E_{\text{пм}}$  – испарение воды почвой при наличии мульчи;  $E_{\text{п0}}$  – потенциальное испарение воды почвой;  $\beta$  – параметр, зависящий от величины коэффициента диффузии водяного пара в слое мульчи;  $z_{\text{м}}$  – толщина слоя мульчи;  $b_1$ ,  $b_2$  и  $\varphi$  – функции температуры воздуха;  $\Phi_{\text{л}}$  – функция относительной площади листьев;  $D_{\text{п}}$  – функция скорости ветра;  $d$  – дефицит влажности воздуха;  $R$  – радиационный баланс;  $s$  – коэффициент, зависящий от географической широты и времени года;  $\omega$  – относительная площадь листьев;  $B$  – поток тепла в почву;  $u$  – скорость ветра на высоте 2 м;  $T$  – температура воздуха.

При расчете испарения воды почвой при наличии соломенной мульчи используются месячные суммы осадков и данные о числе дней с осадками по градациям  $P \geq 0,1, 0,5, 1,0, 5,0, 10,0, 20,0,$  и  $30,0$  мм. Схема расчета испарения воды почвой при наличии мульчи следующая. Отсчет потенциального испарения воды почвой  $\sum E_{\text{п0}}$  для всех дождей начинается с нуля и заканчивается испарением самого большого количества осадков.

Вычисляется величина  $\sum_0^{P \geq 0,1} E_{\text{п0}}$  – потенциальное испарение, необходимое

для испарения осадков в 0.1 мм. Эта величина умножается на число дней с осадками  $P \geq 0.1$  мм. Затем для числа дней с осадками равными или больше  $P \geq 0.5$  мм находится приращение величины потенциального испарения

$\delta \sum_{P \geq 0,1}^{P \geq 0,5} E_{п0}$  , которое также умножается на число дней с осадками  $P \geq 0.5$  мм.

Эта операция продолжается и для других интервалов до тех пор, пока общая сумма потенциального испарения не достигнет его значения для заданного расчетного отрезка времени.

Приведенная схема расчета использована для оценки испарения воды почвой при наличии мульчи полей яровой пшеницы по средним многолетним материалам 26 метеорологических станций лесостепной и степной зон в общей сложности за 197 месяцев [5]. При расчетах приняты значения параметров  $\alpha = 2.0$  см-1,  $\beta = 8.0$ , что при мульчировании соломой соответствует слою 5 см и массе 10 т/га. Слой соломенной мульчи в 5 см является оптимальным, приводящим практически к максимально возможному снижению испарения воды почвой [6].

Описанная схема расчета испарения воды почвой при наличии мульчи довольно громоздкая и требует подробных данных о числе дней с осадками различной величины. Проведенный анализ месячных данных о количестве осадков и числе дней с осадками различной величины показал, что в зависимости от времени года наблюдается определенная закономерность в их распределении. Результатом обобщений данных по осадкам для территории лесостепной и степной зон явился график, показанный на рисунке 1. На оси абсцисс представлены градации осадков  $P_{(\geq)}$ , а на оси ординат – нормированные значения числа дней с осадками различной величины  $n_i / n_0$ , где  $n_0$  – число дней с осадками  $P \geq 0,1$  мм,  $n_i$  – число дней с осадками  $P \geq 0,5; 1,0; 5,0; 10,0; 20,0$  и  $30,0$  мм. График имеет четыре ветви, каждая из которых соответствует определенному типу распределения числа дней с осадками различной величины, характерному для разных месяцев.

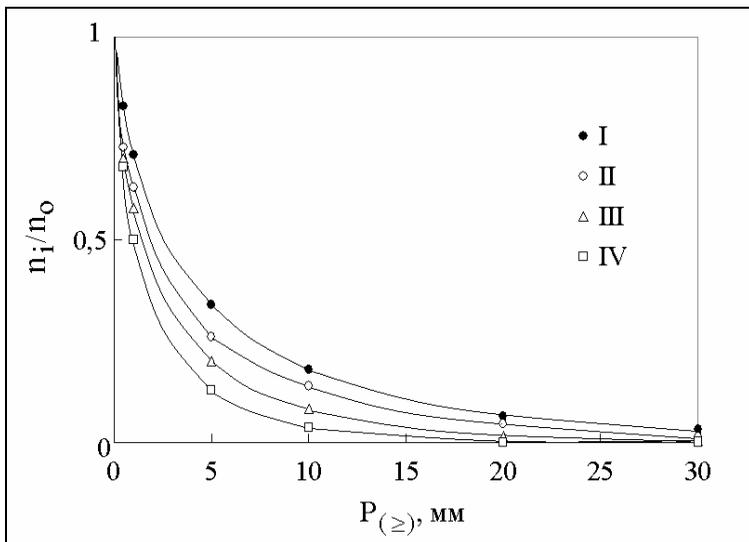


Рис. 1. Распределение нормированных значений числа дней с осадками различной величины  $n_i / n_0$  по грациям осадков  $P_{(\geq)}$ : I – июнь, июль, август; II – май, сентябрь, октябрь; III – апрель, ноябрь; IV – март

На основе выполненных расчетов месячных величин испарения при мульчировании почвы получен график, представленный на рисунке 2. На оси абсцисс этого графика отложены величины  $E_{п0} / n_0$ , где  $E_{п0}$  – месячные значения потенциального испарения воды почвой, рассчитанные по формуле (2),  $n_0$  – число дней с осадками  $\geq 0,1$  мм. На оси ординат – значения  $E_{пм} / n_0$ , где  $E_{пм}$  – месячные величины испарения при мульчировании почвы. Величины  $E_{пм}$  рассчитывались с использованием подробных данных о числе дней с осадками различной величины. Данный график позволяет по рассчитанной величине  $E_{п0} / n_0$  определить значение  $E_{пм} / n_0$ , а затем  $E_{пм}$  за месяц. Распределение  $E_{пм}$  по декадам происходит пропорционально  $E_{п0}$ . При расчете испарения воды почвой при наличии соломенной мульчи выбор ветви на графике осуществляется по отношению  $P/n_0$ , где  $P$  – сумма осадков за месяц.

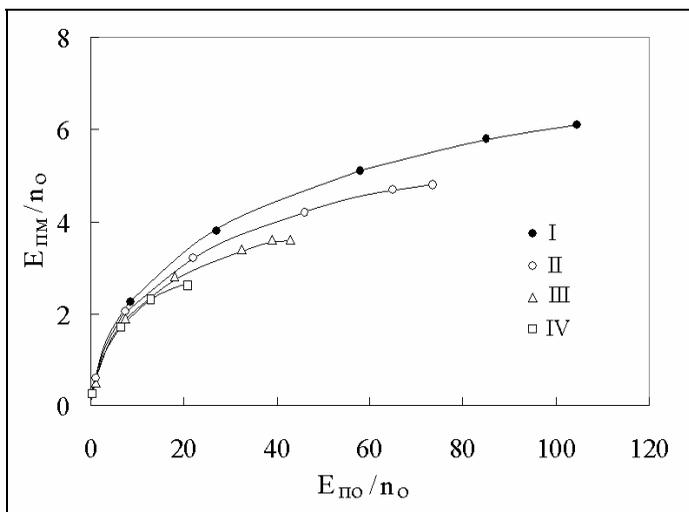


Рис. 2. График связи между нормированным потенциальным испарением воды почвой  $E_{п0}/n_0$  и испарением при мульчировании почвы  $E_{пм}/n_0$  при средних значениях осадков  $P/n_0$ , равных: I – 6,5 мм, II – 4,6 мм, III – 3,2 мм, IV – 2,4 мм.

Коэффициент корреляции между значениями испарения воды почвой, полученными по зависимости (1) с использованием подробных данных о числе дней с осадками различной величины и по графику (рис. 2), равен 0,94. Из этого можно сделать вывод, что использование графика намного упрощает расчет испарения воды почвой при мульчировании, сохраняя при этом приемлемую точность.

### Литература

1. Аллен Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.
2. Сельскохозяйственные экосистемы. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 224 с.
3. Будаговский А.И. Испарение почвенной влаги. – М.: Наука, 1964. – 242 с.
4. Будаговский А.И., Григорьева Н.И. Пути повышения эффективности использования ресурсов почвенных вод // Водные ресурсы. – 1991. – № 1. – С. 131-142.
5. Шумова Н.А. Влияние мульчирования на суммарное испарение полей яровой пшеницы на юге Русской равнины // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 2. – С. 82-91.
6. Гусев Е.М., Джоган Л.Я. Методика оценки влияния мульчирования почвы растительными остатками на формирование водного режима агроэкосистем // Почвоведение. – 2000. – № 11. – С. 1403-1414.

## **ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЛЕЙ ВЫПАДЕНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА**

*Т.В. Ярославцева, В.Ф. Рапута*

*Институт вычислительной математики и математической геофизики  
СО РАН*

## **NUMERICAL MODEL OF RECONSTRUCTION OF VOLCANIC ASH FIELDS**

*T.V. Jaroslavtseva, V.F. Raputa*

*Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS*

*Предложена модель оценивания размеров частиц пепла на различных удалениях от источника вулканического извержения. На данных натурных исследований отложений тephры в окрестностях вулкана Чикурачки (о. Парамушир, Курильские острова) проведено численное восстановление полей характерных размеров выпавших из атмосферы частиц.*

*A model estimating the size of the particles of ash at different distances from the source of the volcanic eruption. In these field studies of tephra deposits in the vicinity of the volcano Chikurachki (Paramushir, Kuril Islands), a numerical reconstruction of fields of characteristic size of particles precipitated from the atmosphere.*

Дифференциация выбрасываемого во время вулканических извержений материала существенно зависит от интенсивности этих извержений и определяется протекающими взрывными процессами. При этом поведение частиц различного размера в воздушной среде далеко не одинаково, что приводит к дифференциации пирокластического материала в процессе эксплозивных вулканических извержений. Установленные закономерности его выпадений могут быть использованы для рациональной классификации обломков. В частности, баллистические исследования позволяют установить путь движения крупных обломков пород, вероятную начальную скорость движения и т.д., что важно для правильного понимания и анализа проблемы рассеивания обломочного материала вокруг вулкана [1].

*Результаты экспериментальных исследований отложений пепла в окрестностях вулкана Чикурачки (о. Парамушир, Курильские острова)*

Вулкан Чикурачки (1816 м) – третий по высоте на Курильских островах. Мощные плинианские извержения за исторический период происходили дважды: в 1853 и 1986 гг. Ветер во время извержений был сильным, и его направление существенно не менялось. Плинианские стадии были непродолжительными (условно менее суток).

Для получения количественных данных о динамике плинианских стадий этих извержений были изучены их пирокластические отложения.

Результаты измерений размеров частиц тефры в зонах выпадений приведены на рисунке 1. Гистограммы гранулометрического состава одномодальны. Отложения хорошо сортированы. Средний размер частиц тефры и суммарная мощность слоя заметно уменьшаются с удалением от вулкана. Тефра 1853 г. несколько грубее и лучше сортирована, чем тефра 1986 г. [1].

*Модель оценивания размеров частиц тефры*

Результаты проведённых экспедиционных исследований показали, что выпадение пепла в исследуемых зонах о. Парамушир в основном произошли в составе крупных фракций, обладающих весьма значительными скоростями оседания в атмосфере, что позволяет ограничиться при построении модели реконструкции полей выпадений кинематической схемой оседания частиц пепла в направлении оси  $X$ , совпадающей с горизонтальным направлением ветра. В этом случае справедливо следующее соотношение:

$$\frac{H}{w} = \frac{x}{U} \quad (1)$$

Здесь  $H$  – эффективная высота подъёма факела,  $W$  – скорость оседания в атмосфере определённой фракции частиц,  $x$  – расстояние от вулкана, на котором происходит выпадение рассматриваемой фракции на подстилающую поверхность,  $U$  – средняя скорость ветра в слое оседания.

Турбулентную диффузию частиц в поперечном к ветру направлении опишем следующим выражением [2]:

$$f(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma(x)} e^{-\frac{y^2}{2\sigma^2(x)}} \quad (2)$$

где  $\sigma^2(x)$  – горизонтальная дисперсия частиц, характеризующая ширину облака частиц в перпендикулярном среднему ветру направлении.

При оседании облака тяжёлых частиц горизонтальная дисперсия  $\sigma^2$  зависит не только от расстояния до источника, но и от скоростей оседания этих частиц в атмосфере. В частности, для относительно больших  $X$  справедливо соотношение:

$$\sigma^2 \rightarrow k x^{2\omega} \quad (3)$$

где  $k$  – некоторый коэффициент пропорциональности,  $\omega \geq 0.5$ .

С использованием соотношения (1) и формулы Стокса  $w = c d^2$  для скоростей оседания частиц в атмосфере [3] имеют место соотношения для диаметров  $d$  частиц пепла:

$$d = \sqrt{\frac{w}{c}} = \sqrt{\frac{HU}{cx}} \quad (4)$$

Тогда с учётом (1)-(4) размер частиц со скоростью оседания  $W$ , выпавших в точке  $(x, y)$ , можно описать с помощью соотношения:

$$P(x, y, \vec{\theta}) = \theta_1 x^{\theta_2} \exp\left(-\frac{\theta_3 y^2}{x^{2\omega}}\right), \quad (5)$$

где  $\theta_1 = \sqrt{\frac{kHU}{2\pi c}}$ ,  $\theta_2 = -\omega - 0.5$ ,  $\theta_3 = \frac{1}{2k}$ .

Оценка неизвестного вектора параметров  $\vec{\theta}$  проводится с использованием метода наименьших квадратов. Минимизируется следующий функционал:

$$J(\vec{\theta}) = \sum_{j=1}^M \left[ D_j - P(x_j, y_j, \vec{\theta}) \right]^2 \rightarrow \min_{\vec{\theta} \in \Omega}.$$

Здесь  $D_j$  – наиболее характерный измеренный размер частиц, выпавших в точке  $(x_j, y_j)$ ,  $\Omega$  – область допустимых значений вектора  $\vec{\theta}$ .

*Численное восстановление зон выпадений частиц тefры одинакового размера от извержений вулкана Чукурачки 1853 и 1986 гг.*

На основе имеющихся данных наблюдений и модели (5) по ограниченному числу опорных точек была проведена реконструкция следа выпадений, представленная на рисунках 1 и 2.

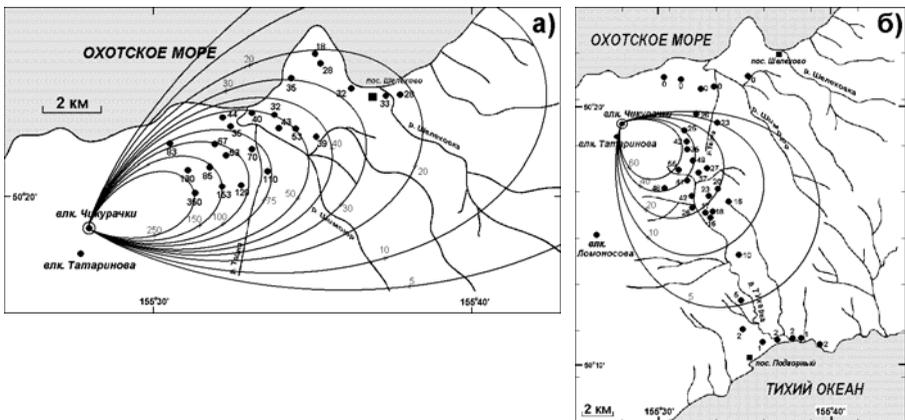


Рис. 1. Схемы отбора проб тefры в окрестностях вулкана Чукурачки: извержение 1853 г. (а) и 1986 г. (б). Восстановленные по (5) поля изоплет: ● – точки пробоотбора, цифры – размеры частиц (мм)

Оценивание параметров  $\theta_1, \theta_2$  с помощью модели (5) в обоих случаях проводилось по трём опорным точкам измерений, достаточно близко

расположенных к осям пеплопадов. Для оценивания параметров  $\theta_3$  также использовались по три опорные точки измерений, расположенных на различных расстояниях от осей. Оценки параметров  $\theta_2$  оказались довольно близкими для обоих извержений. Оценки же  $\theta_3$  заметно отличаются, что объясняется различием в скоростях ветра во время извержений. Соответственно, это отличие проявилось в меньшей вытянутости изолиний на рисунке 1б относительно оси. Анализ рисунка 2 показывает вполне удовлетворительное согласие между измеренными и численно восстановленными значениями размеров частиц тефры в точках отбора проб, прилегающих к оси пеплопада.

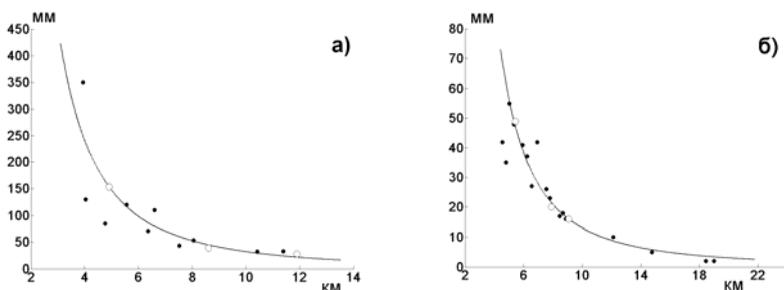


Рис. 2. Измеренные и численно восстановленные размеры частиц тефры по осям пеплопадов: извержение 1853 г. (а) и 1986 г. (б):  $\circ$  – опорные точки,  $\bullet$  – контрольные точки наблюдений.

Следует отметить, что для восстановления поля выпадений может быть использовано весьма ограниченное число точек измерений. Это создаёт определённые преимущества при анализе имеющихся данных.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 4.9-3.*

### Литература

1. Белоусов А.Б., Белоусова М.Г., Гришин С.Ю., Крестов П.В. Исторические извержения вулкана Чикирачки (о. Парамушир, Курильские острова) // Вулканология и сейсмология. – 2003. – № 3. – С. 15-34.
2. Динамическая метеорология / Под ред. Д.Л. Лайхмана. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 608 с.
3. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 448 с.

**Часть 2**

**ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ВОДНЫЕ И  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И  
УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ  
РЕСУРСАМИ**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ОЦЕНОК И КАРТ  
РИСКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫМИ  
БАССЕЙНАМИ РЕК АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

*Т.А. Борисова<sup>1</sup>, В.А. Красноярова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> – Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ  
tabor@binm.bscnet.ru*

*<sup>2</sup> – Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул  
bella@iwep.ru*

**USE OF QUANTITATIVE ESTIMATIONS AND RISK CARDS  
FOR MANAGEMENT OF THE TRANSBOUNDARY RIVERS  
BASINS OF THE ASIAN PART OF RUSSIA**

*Т.А. Borisova<sup>1</sup>, В.А. Krasnoyarova<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> – Baikal institute of nature management SB RAS, city of Ulan-Ude*

*<sup>2</sup> – Institute of water and environmental problems SB RAS city of Barnaul,*

*Рассматриваются вопросы необходимости оценки природно-антропогенного риска на территориях трансграничных бассейнов рек как объективной информационной базы для управления и принятия решений по регулированию, направленному на уменьшение последствий чрезвычайных ситуаций и возможному их предупреждению.*

*Questions of necessity of an estimation of nature-anthropogenous risk in the territories of transboundary rivers basins as objective information base for management and decision-making on regulation aimed at reducing consequences of extreme situations and their possible prevention are considered.*

Приоритетным элементом стратегии нашего государства становится борьба за снижение ущербов от природных и техногенных катастроф, основанная на прогнозировании и предупреждении. Одним из наиболее перспективных инструментов решения является комплексное изучение опасных процессов и явлений с позиции риска для получения объективной информации количественных оценок при различных сценариях их развития и эффективного управления в достижении безопасности среды обитания человека. Безусловно, в первую очередь рассмотрению подлежат наиболее густонаселенные и освоенные территории, участки высокой концентрации стратегических объектов, значимые объекты природы.

Не вызывает сомнения актуальность данных исследований трансграничных территорий как самостоятельных сложно развивающихся систем, имеющих единые природные рубежи и бассейны рек, но отличными приоритетами хозяйственного освоения и специфичными формирующимися природными и антропогенными процессами и «окнами уязвимости». Следует подчеркнуть, что особую значимость приобретает актуальность для бассейна озера Байкал в условиях экологических ограничений и именно ее трансграничной реки Селенги (России-Монголии) в связи с потенциальной возможностью возникновения международных конфликтных ситуаций.

Эффективное управление такими территориями и регулирование взаимоотношений в минимизации ущербов от проявлений опасных природно-антропогенных процессов, их предупреждение во многом зависят от качества информации об основных источниках и реципиентах негативных воздействий, а также вероятных будущих потерь, что, на наш взгляд, возможно при создании единых подходов исследования рисков приграничных районов.

Опираясь на существующий отечественный и зарубежный опыт изучения рисков и принятые теоретические и методологические положения, считаем, что в условиях «жестких» экологических требований, специфики природы и особенностей территориальной организации целесообразен единый вероятностно-площадной подход, основанный на показателях опасности, позволяющий достоверно оценить возможные потери при различных сценариях развития чрезвычайных ситуаций и дифференцировать территорию по уровню риска. Полученные при этом результаты исследования явятся объективной информационной базой управления рисками трансграничного бассейна [1].

Кратко представим методику оценки. Она состоит из нескольких последовательных операций. На первом этапе производится определение критериев и расчет основных классификационных показателей опасности каждого процесса и явления: частоты проявления; интенсивности или силы воздействия; площади распространения с учетом механизма формирования и развития, качественных характеристик. В зависимости от интенсивности проявления разрабатываются несколько прогнозных сценариев, являющиеся информационной базой расчетов показателей риска.

Оценка риска, или вероятных потерь, базируется на методических приемах А.Л. Рагозина [2-3] через параметр уязвимости, определение которого позволяет определить удельный физический риск, используемый в сравнительной оценке при картографировании и выявлении уровня риска. Расчет показателя физического риска служит основой для оценки экономического, социального рисков. Сквозным процессом всей работы является картографирование с применением ГИС-технологий и дистанционных методов, играющих ключевую роль в проводимом исследовании.

Апробация методики проведена на примере наводнений в бассейне р. Селенги в пределах Республики Бурятия на основании содержательного анализа собранной информации и фондовых материалов многолетних (1936-2008) наблюдений по 17 гидрологическим постам за уровнями воды [4].

В соответствии с методикой разработаны три прогнозных сценария развития наводнений, для каждого определены показатели опасности, в программной среде ArcGIS получены площади затопления. Сформированная база данных позволила произвести расчеты физического, экономического и социального риска. Так фактический временный вывод земель разных категорий при наводнениях по бассейну в Бурятии достигают 480,6 км<sup>2</sup>/год, в том числе 35,9 тыс. га/год сельскохозяйственных земель. Экономический риск для сельскохозяйственной отрасли в республике составляет 928,4 млн. руб./год. Социальный риск равен 3310,4 чел./год. Высокими значениями обладают территории непосредственно рек Селенги – 2166,6 чел./год, Уды – 867,5 чел./год за счет высокой концентрации населения и расположения части г. Улан-Удэ и ряда крупных населенных пунктов на поймах рек и дельты.

По удельным показателям риска проведено ранжирование территории и разработан ряд частных карт пораженности земель разных категорий и населения наводнениями. Сравнительный анализ и обобщение оценок частных рисков позволил разработать карту интегрального риска от наводнений в бассейне р. Селенги в пределах республики.

Таким образом, исследование показывает, что проведенная оценка риска по предложенной методике является универсальной и объективной основой эффективного функционирования системы управления. Количественные оценки физического риска позволяют выполнить полные расчеты возможных прямых и косвенных ущербов при разных сценариях для обоснования инвестиций, разработки экономических механизмов налоговых и кредитных льгот, системы страхования рисков и принятия конструктивных решений защитных мероприятий. Сформированная в процессе исследования электронная пространственная и атрибутивная база данных обеспечивает возможность оперативно решать целый ряд задач на разном топологическом уровне и разрабатывать научно-обоснованные рекомендации.

В целом, успешное осуществление данной работы требует полного и комплексного изучения объекта исследования, в связи с этим необходимым

продолжением является проведение анализа-оценки риска всего трансграничного (Россия-Монголия) бассейна реки Селенги в условиях развития опасных природно-антропогенных процессов и возможности их проявления. При этом главная задача организации процесса управления рисками трансграничного бассейна должна заключаться в разработке комплекса межгосударственных взаимосвязанных мероприятий и механизмов, способствующих эффективному взаимодействию, направленному на минимизацию риска и защиту межнациональных интересов в кризисных ситуациях. Из них первоочередными являются:

– нормативно-правовые, подразумевающие разработку межгосударственных программ, межправительственных соглашений на базе единых международных правовых документов, в которых должны быть предусмотрены и учтены все существующие проблемы, связанные с потенциальными рисками, определены позиции норм и правил по функциональной организации территории и дальнейшему ее освоению;

– организационно-исполнительные мероприятия, предполагающие разработку совместных программ системного мониторинга на основе цифровых моделей рельефа, космической, статистической и оперативной информации с созданием единого геоинформационного пространства трансграничного бассейна; информированность действий при чрезвычайных ситуациях для исключения конфликтов между государствами; определение рационального варианта единой организационно-функциональной структуры как главного органа управления в условиях ЧС и др.

В заключении можно добавить, что итогом такой работы должно стать определение оптимальных путей развития комплексной системы управления рисками трансграничной территории бассейна и выработка соответствующих рекомендаций.

*Работа выполнена при поддержке ПИП № 23 «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ состояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегиональных взаимодействий».*

### **Литература**

1. Борисова Т.А. Теоретико-методические подходы к исследованию природно-антропогенных рисков на Байкальской природной территории // Безопасность жизнедеятельности. – 2010. – №2. – С. 40-45.
2. Оценка и управление природными рисками. Тематический том – М.: Издательская фирма «КРУК», 2003. – 320 с.
3. Рагозин А.Л. Общие положения оценки и управления природным риском // Экоэкология. – 1999. – № 5. – С. 417-429.
4. Борисова Т.А., Бешенцев А.Н. Территориальная оценка риска от наводнений в Байкальском регионе в условиях экологических ограничений // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 12. – С. 32-38.

## **ТРАНСГРАНИЧНЫЕ РЕЧНЫЕ БАССЕЙНЫ СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: КОНФЛИКТЫ И РЕШЕНИЯ**

*Ю.И. Винокуров, Б.А. Красноярова*

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия  
bella@iwep.ru*

## **TRANSBOUNDARY RIVER BASINS OF SIBERIA AND CENTRAL ASIA: CONFLICTS AND ACTION**

*Yu.I. Vinokurov, B.A.Krasnoyarova*

*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS*

*Рассматриваются проблемы трансграничного сотрудничества на примере бассейнов рек Центральной Азии – Амударья и Сырдарья, а также сибирских рек – Аргунь, Иртыш, Селенга, истоки Енисея. Основной акцент делается на необходимости нахождения институциональных путей их решения.*

*The problems of transboundary cooperation in the case of river basins of Central Asia – Amudarya and Syrdarya, and the Siberian rivers – the Argun, the Irtysh, the Selenga, the sources of the Yenisei. Emphasis is placed on the need to find institutional solutions.*

В настоящее время уже стало аксиомой утверждение, что вода – это «главный» ресурс третьего тысячелетия. Использование водных ресурсов по масштабам и темпам роста превосходит потребление всех наиболее интенсивно расходуемых природных ресурсов. Следовательно, рациональное водопользование – стратегическая задача развития как глобального, так и практически любого национального и регионального уровня. Трудно назвать регион, где бы ни стояла такая задача. Особенно остро проблемы водопользования стоят в странах Африки, Центральной и Юго-Восточной Азии с высокой плотностью населения, низким уровнем развития производительных сил и абсолютным дефицитом водных ресурсов. У нас в Сибири при достаточно высокой обеспеченности водными ресурсами, проблемы водопользования также имеют место как с позиций их неравномерного размещения, так и качества водных ресурсов.

Проблемы водопользования усугубляются еще и издержками управления, несогласованностью действий разных категорий пользователей, действующих в разных нормативно-правовых и технико-технологических условиях. Особого внимания заслуживают трансграничные бассейны, число которых по разным оценкам составляет 261..263. На их территории проживает около 2/5 населения мира [1-2], где действует юрисдикция разных стран, далеко не всегда согласованная и признающая примат международных конвенций и соглашений.

Практически все крупные речные бассейны Сибири и Центральной Азии в той или иной мере имеют трансграничный характер. Центрально-

Азиатский регион, рассматриваемый в контексте данной статьи в рамках стран бывшей Средней Азии и Казахстана, функционировал почти 70 лет в единой государственной системе управления, в том числе и в области водохозяйственной деятельности, и после развала СССР оказался разделен на пять государств. Каждое из них, несмотря на кажущееся сходство стартовых позиций и близость социально-экономической ситуаций имеет разные геополитические интересы. Хотя при более детальном рассмотрении центрально-азиатские страны подразделяют на две группы. К первой следует отнести Казахстан, Туркменистан и Узбекистан. Эти страны характеризуются достаточными земельными ресурсами и высокой потребностью в воде для ирригационных целей. В странах второй группы – Кыргызстане и Таджикистане – наблюдается дефицит земельных ресурсов, и в то же время большая часть поверхностных водных ресурсов региона – около 70 % всего стока бассейна Аральского моря – формируется на ее территории.

Кроме того, отличительной чертой региона является неравномерность распределения ресурсного потенциала по территории. Во-первых, практически весь объем разведанных извлекаемых запасов органического топлива сосредоточен в Казахстане (уголь), Туркменистане и Узбекистане (газ), в то время как Кыргызстан и Таджикистан располагают 90 % экономически эффективного гидроэнергетического потенциала, который оценивается в 400 млрд. кВт.ч. в год. Из них освоено не более 10 %, что не удовлетворяет потребностей в электроэнергии этих стран, главным образом в маловодные периоды года. И во-вторых, Таджикистан и Кыргызстан по сравнению с остальными государствами региона обладают меньшим индустриальным потенциалом, и в связи с этим страны первой группы нуждаются в больших объемах воды для обеспечения собственной промышленности.

Таким образом, в силу природно-экономических причин в Центрально-Азиатском регионе одна группа стран остро нуждается в водных ресурсах для развития промышленности и сельского хозяйства, вторая же при наличии достаточного количества воды имеет потребность в топливно-энергетических ресурсах, которыми обладает первая группа стран. Именно в этом неравномерном распределении водных ресурсов и потребности в них причина конфликтов между названными странами, которые, к счастью, имеют геополитический и экономический характер и не перерастают в стадию активных конфронтаций.

В советское время взаимопоставки энергоресурсов осуществлялись по схеме: вода и электроэнергия, произведенная на ГЭС – в обмен на органическое топливо [1]. В настоящее время эта схема не работает, что ведет к конфронтации между странами этих двух групп, не смотря на постоянные попытки урегулировать вопросы водопользования, в том числе и с участием международных фондов. Первое международное многостороннее соглашение по трансграничным водам в регионе ННГ – Соглашение между Республикой Казахстан, Республикой Кыргызстан, Республикой Узбекистан,

Республикой Таджикистан и Туркменистаном о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников – было подписано в г. Алма-Ата (Казахстан) 18 февраля 1992 г. В соответствии с ним была учреждена Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК) Центральной Азии. Другими субрегиональными организациями, участвующими в сотрудничестве в области водных ресурсов и окружающей среды, являются Международный фонд спасения Арала (МФСА) и Межгосударственная Комиссия по устойчивому развитию (МКУР). МКВК Центральной Азии призвана определять водохозяйственную политику в регионе с учетом интересов всех отраслей народного хозяйства, комплексного и рационального использования водных ресурсов, перспективной программы водообеспечения региона и мер по ее реализации (ст. 8). Статья 9 Соглашения установила исполнительные и контрольные органы Комиссии – бассейновые водохозяйственные объединения «Амударья» и «Сырдарья», которые отвечают за деятельность в бассейнах основных рек этого региона – реки Амударья и Сырдарья, соответственно.

В Центральной Азии осуществляются многочисленные проекты, имеющие цель улучшить сотрудничество по водным проблемам и финансируемые различными донорами. Примерами могут служить проекты по Программе бассейна Аральского моря, а также осуществляемый ныне так называемый Берлинский процесс, старт которому был дан 1.04.2008 года на проходившей в Берлине конференции по водным ресурсам «Вода объединяет» («Water Unites»), когда Министерство иностранных дел Германии объявило о начале реализации «Водной инициативы для Центральной Азии». Данная инициатива представляет собой предложение правительства Германии странам Центральной Азии по оказанию содействия в управлении водными ресурсами и превращению воды в предмет усиленного трансграничного сотрудничества.

Наиболее важной составляющей «Берлинского процесса» является программа «Трансграничное управление водными ресурсами в Центральной Азии», реализуемая обществом «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH» по поручению министерства иностранных дел Германии. В рамках данной программы осуществляются мероприятия, позволяющие не только оптимизировать сотрудничество в водохозяйственном секторе стран Центральной Азии, но и повысить уровень жизни населения региона. GIZ совместно с партнерскими организациями на местах была разработана программная концепция, состоящая из трех компонент: содействие региональному институциональному сотрудничеству; совершенствование управления бассейнами трансграничных рек; принятие неотложных мер (на уровне пилотных проектов – от постройки современных ирригационных сооружений до строительства малых гидроэлектростанций) [3].

В целях оптимизации трансграничного взаимодействия в области водопользования в Центрально-Азиатском регионе, на наш взгляд, необходимо разработать региональную стратегию интегрированного управления водными ресурсами по бассейновому принципу, направленную на равноправное участие всех стран региона в этом процессе, обеспечив ее реализацию нормативно-правовыми и административно-хозяйственными институтами и экономическим инструментарием трансграничного сотрудничества, а также созданием единой системы мониторинга этого процесса. Учитывая, что дефицит водных ресурсов в регионе усугубляется их нерациональным использованием, и, принимая во внимание постоянный рост населения, представляется важным ориентация данной стратегии на водосбережение, соответствующее современным технически и экономически достижимым уровням водопользования [1].

Рассматривая крупные речные бассейны Сибири на географической карте страны, обращает внимание, что практически все они текут с юга на север, и их истоки в основном находятся в горах Южной Сибири (Алтайских), Восточном и Западном Саянах, имеют ледниковое питание, которое в ряде случаев формируется на территории других стран. К таким рекам относятся, прежде всего, реки Иртыш и Селенга. Сюда же следует отнести и Верхний Енисей, один из истоков которого – Малый Енисей (Ка-Хем) образуется слиянием двух рек – Балактыг-Хема и Шишхид-гол, последняя берет начало на территории Монголии, а также бассейн реки Тес-Хем, берущую начало в Монголии, затем текущей по Южной Туве и впадающую в оз. Убса-Нур вновь на территории Монголии. Здесь в 2003г. на базе биосферных заповедников «Убсунурская котловина» (Россия) и «Увс-Нуур» (Монголия) был номинирован единый объект Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. Его основная цель, естественно, сохранение биологического разнообразия и эталонных экосистем, расположенных между странами, но и с водоохраных позиций создание единого ОВПН весьма значимо, так как позволяет поддерживать единый характер водопользования.

В границах каждого из названных бассейнов имеется свой спектр водохозяйственных проблем. Иртыш берет начало в горах Монгольского Алтая и, пересекая территории Китая и Казахстана, а также Омскую область РФ, впадает в р. Обь в районе г. Ханты-Мансийск. В своих работах мы неоднократно рассматривали проблемы трансграничного взаимодействия в бассейне р. Иртыш, которые в значительной мере определяются высокой зарегулированностью его стока на территории Казахстана еще в советские годы, физическим и моральным износом существующих ГТС. В последние годы ситуация усугубляется законченным строительством в 2005 г. ирригационного канала Черный Иртыш – Карамай, который на первом этапе (по скромным, подсчетам) отберет около 20 % годового стока Черного Иртыша, а в перспективе – 40 и более, что окажет негативное воздействие на весь режим годового стока реки, особенно в маловодные годы. Для урегулирования взаимоотношений в области водопользования в бассейне

р. Иртыш между Казахстаном и Китаем подписано соглашение, создана рабочая комиссия по водорегулированию, но Россия, которая также заинтересована в водodelении стока р. Иртыш, по настоянию китайской стороны не включена в этот процесс, хотя Казахстан поддерживает ее участие в этом и имеет соглашение с российской стороной по водорегулированию совместных с Россией трансграничных водных объектов. О нежелании Китая решать вопросы управления совместными водными ресурсами путем подписания и реализации действенных договоров и соглашений пишет профессор стратегических исследований в Центре политических исследований в Нью-Дели, автор книги «Вода: новое поле боя Азии» Брахма Челлани, анализируя водную политику КНР [4].

Река Селенга – самый крупный приток другого ОВПН озера Байкала, из  $60 \text{ км}^3$  воды в год, поступающих в Байкал,  $30 \text{ км}^3$  доставляет Селенга. Поэтому качество вод, поступающих с ее стоком, имеет определяющее значение. До недавнего времени российско-монгольское сотрудничество в области охраны и использования трансграничных вод отвечало национальным интересам как России, так и Монголии, о чем свидетельствуют такие успешно реализующиеся документы, как Договор между Россией и Монголией о дружественных отношениях и сотрудничестве от 20 января 1993 года, Улан-Баторская от 14 ноября 2000 года и Московская от 8 декабря 2006 года Декларации, Декларация о развитии стратегического партнерства между Россией и Монголией, подписанная во время государственного визита 25-26 августа 2009 года Президента России Дмитрия Медведева. Россия и Монголия – стратегические партнёры по защите объекта Всемирного наследия [5]. Однако в настоящее время наметился некоторый перелом. Настораживает тот факт, что Монголия начала разработку проекта, в результате которого Байкал может потерять треть своего стока р. Селенги, вода потечет по территории 13 самонов и пяти аймаков, а в пустыне Гоби появятся два водохранилища, из которых можно будет потреблять до  $345 \text{ тыс. м}^3$  воды в сутки. Этот проект называется «Водный комплекс реки Орхон», и из Орхона планируется прорыть канал длиной 740 км и направить воду из реки в южные районы Гоби. Реализация столь крупномасштабного проекта требует очень глубоких обоснований и международных согласований, потому что не только нанесет ущерб всем регионам, лежащим в нижнем течении реки, но и объекту ВПН ЮНЕСКО [6].

Отдельного внимания заслуживает р. Аргунь, один из истоков Амура, где проблемы трансграничного водопользования сегодня особенно актуальны. Эта река иного типа питания (ливневый), имеет иной характер водотока (широтный), на протяжении 940 км - это около 60% длины ее водотока – формирует китайско-российскую границу, что в значительной мере определяет характер водопользования в Дальневосточном регионе.

Площадь бассейна составляет более  $236,8 \text{ тыс. км}^2$ , в т.ч. на долю Китая приходится 69 % его площади, РФ – 21 %, Монголии – 10% [5]. Общий водозабор Китая более чем в три раза превышает аналогичный показатель в

России. Качество воды в реке ниже границы с Китаем, согласно Российской классификации, оценивается как «загрязненная» или «очень загрязненная». С 2006 года существует соглашение между сопредельными регионами Российской Федерации и Китая о сотрудничестве по вопросам защиты качества воды и экологического состояния реки Аргунь/Хайлар, а также утвержден план совместного мониторинга качества воды. При этом в последние годы Правительство России серьезно обеспокоено продолжающимся строительством в Китае водоотводного канала, в результате которого может обмелеть река Аргунь на ее территории [7].

Приведенные выше факты свидетельствуют о наличии множества проблем в области трансграничного водопользования, причем как в условиях крайнего дефицита водных ресурсов (страны Центральной Азии), так и в условиях его видимого отсутствия. Международная общественность и научное сообщество не может оставаться в стороне от попыток решения данных проблем. Международные организации участвуют в разработке и реализации различных программ, направленных как на сохранение водных ресурсов и биоразнообразия, так и местных сообществ. Ученые принимают участие в экспертизе реализуемых на трансграничных территориях проектов, а также расширяя собственную базу знаний этих территорий, которая в любой момент может понадобиться, в том числе и для эффективной и безопасной реализации данных проектов.

В 2012 г. в Российской Академии Наук стартовал проект «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ состояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегиональных взаимодействий». Координаторами проекта в ДВО является ак. П.Я. Бакланов, в СО – ак. М.И. Эпов, в УрО – член-корр. А.А. Чибилев, в его реализации принимают участие ученые восьми академических институтов. Целью проекта, в числе прочих, является подготовка научного обоснования создания дифференцированных структур трансграничного взаимодействия.

Надеемся, что на основе системного анализа истории приграничного сотрудничества и с учётом международного опыта будет разработан механизм управления социально-экономическими и природоохранными процессами в бассейнах трансграничных рек, а также выработаны концептуальные основы программ развития территорий, охватываемых этими бассейнами.

*Работа выполнена при финансовой поддержке партнерского интеграционного проекта СО – УрО – ДВО РАН № 23.*

## Литература

1. Ахметова Т.А. Проблемы и перспективы экономического взаимодействия государств Средней Азии и Казахстана в использовании трансграничных водных ресурсов: автореферат дисс. к.э.н. – М., 2007. – 22 с.
2. Ясинский В.А., Мироненков А.П., Сарсембеков Т.Т. Институциональное и правовое обеспечение управления бассейнами трансграничных рек Центральной Азии как фактор развития гидроэнергетики в регионе // Евразийская экономическая интеграция. – 2011. – №4(13). – С. 82-88.
3. Вторая оценка трансграничных рек, озер и подземных вод. – С. 101. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.dauriarivers.org/pdf/2011Amur\\_Argun\\_Chapter2\\_Ru.pdf](http://www.dauriarivers.org/pdf/2011Amur_Argun_Chapter2_Ru.pdf).
4. Плотины как орудие международной политики КНР. – Электронный ресурс. Режим доступа: <http://arguncrisis.ru/plotiny-kak-orudie-mezhdunarodnoj-politiki-knr/> 13.11.2011.
5. Мир Байкала. – 2010. – № 2 (26). – С. 26-29. – Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.baikal-center.ru/books/element.php?ID=97701>.
6. Электронный ресурс. Режим доступа: Zabinfo.ru// <http://www.altaiinter.info> 5 июля 2012.
7. Река Аргунь может обмелеть из-за строительства канала в Китае – МПР. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://ecolopro.ru/ru/eco/full\\_news/reka\\_argun\\_mozhet\\_obmelet\\_iz-za\\_stroitelstva\\_kanala\\_v\\_kitae\\_-\\_mpr/](http://ecolopro.ru/ru/eco/full_news/reka_argun_mozhet_obmelet_iz-za_stroitelstva_kanala_v_kitae_-_mpr/).
8. Источник мира: Трансграничное управление водными ресурсами в Центральной Азии. Электронный ресурс. Код доступа: <http://www.waterca.org>.

## ТРАНСГРАНИЧНЫЕ РЕГИОНЫ И ЕВРОРЕГИОНЫ: ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ И ПРАКТИК

*Е.Г. Водичев*

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН*

*Новосибирский государственный технический университет*

*[vodichev@sbras.nsc.ru](mailto:vodichev@sbras.nsc.ru)*

## CROSS-BORDER REGIONS AND EUROREGIONS: EVOLUTIONS AND APPROACHES AND PRACTICES

*E.G. Vodichev*

*Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB RAS,*

*Novosibirsk State Technical University*

*Дано определение понятий «трансграничные территории и регионы», а также характеристика опыта еврорегионов как формы и механизма трансграничного*

*сотрудничества и возможности их использования в приложении к азиатскому приграничью России.*

*The paper is focused at analysis of such categories as cross-border territories and cross-border regions and characteristics of euroregions as a form and an instrument of cross-border cooperation, as well as capabilities of their application to the Asian borders of Russia.*

Определение трансграничных регионов и их функций – понятие дискуссионное. Зачастую категории «приграничные» и «трансграничные» регионы употребляются как синонимы, что не вполне корректно. Приграничные территории – объективная реальность. Земли, расположенные вдоль границы и испытывающие ее влияние, и сопредельные государства могут выступать в качестве важнейших факторов развития. В частности, таковыми становятся: географическое положение; специфическая инфраструктура; возможность использования ресурсов и потенциала соседних стран; привлечения к международному сотрудничеству значительной части населения; широкое использование рынков сопредельных стран; сочетание разных видов деятельности на основе международного сотрудничества [1]. В развитие таких территорий граница способна привнести «добавленную стоимость».

Но и в этом случае следует разделять представления о приграничных территориях и приграничных регионах. Если границы приграничных территорий, как правило, зафиксированы в законах и подзаконных актах, то определение приграничных регионов – более сложная задача. Их границы могут формироваться, исходя из основных классифицирующих признаков региона, критически важная совокупность которых существует не де-юре, а де-факто. Несомненно, что приграничные регионы имеют свою специфику, определяемую функциональным дуализмом границы, которая всегда сочетает в себе функции барьерности и контактности [2]. Понятие о приграничных регионах включает в себя такие аспекты, как пространство, сообщества и группы, а также существующие между ними отношения, которые могут быть нарушены или заблокированы наличием границы.

Гораздо сложнее дела обстоят с определением трансграничных территорий и в особенности трансграничных регионов. На наш взгляд, трансграничные территории и регионы – это результат политической воли и политического конструирования. Введено и работает понятие «международная трансграничная территория». Под ней понимается территория, состоящая из взаимодействующих приграничных территорий, прилегающих к государственной границе двух или более соседних стран и обладающих сочетаниями природных ресурсов, а также видов хозяйственной деятельности, основанием которой является единая или сочетание двух и более геосистем регионального уровня, взаимодействующих в зоне государственной границы» [3].

Ключевой фактор при формировании трансграничных регионов – совместное участие в постановке целей развития сопредельных территорий и стремление к сотрудничеству. В экспертном сообществе отмечается, что трансграничный регион – это искусственное образование. «В дальнейшем он принимает те очертания, какие ему предписывают, начинает развиваться по схеме, составленной трансграничными сообществами. Однако зарождаясь искусственно как политический проект, постепенно трансграничный регион приобретает реальные экономические очертания» [4]. По ставшему классическим определению известного швейцарского философа Д.де Ружмона, трансграничный регион – это «потенциальный регион» с присущей ему географией, историей, экологией, этническими группами, экономическими возможностями и т. д., который несмотря на видимое единство разбит на части суверенитетом правительств, управляющих по обе стороны границы [5].

Таким образом, ключевым параметром, определяющим принадлежность региона к числу трансграничных, является фактор взаимодействия, а также глубина взаимной интеграции приграничных территорий. Под трансграничным сотрудничеством обычно понимается «совокупность двусторонних и многосторонних связей между органами власти, хозяйствующими субъектами, общественными организациями и населением приграничных регионов двух и более стран. ...Отличительная особенность трансграничного сотрудничества – региональный характер данного процесса: ...трансграничное сотрудничество осуществляется на уровне регионов и даже локальных сообществ (муниципалитетов) соседних территорий, разделенных государственной границей» [2]. Таким образом, далеко не всякие приграничные регионы являются трансграничными, но любые из них потенциально содержат в себе возможности такой эволюции.

В последние годы в практику экспертной и политической риторики вошел термин «еврорегион» (Euroregion). Общепринятым считается представление о нем как о феномене, характеризующем приграничные территориальные сообщества двух или нескольких государств, обладают консолидированным бюджетом, а также совместными программами развития. Этот термин – неофициальный. В документах ЕС используются понятия «трансграничные регионы» (Cross-Border Regions) и «трансграничное сотрудничество» (Cross-Border Cooperation, CBC). Первоначально для применения термина «еврорегион» оказывалось достаточно наличия соглашений о сотрудничестве. Сейчас он обозначает различные формы взаимодействия сопредельных государств на субнациональном уровне.

При обращении к категории «еврорегион», как и в случае с трансграничными регионами, вновь возникает коннотационная проблема. С одной стороны, еврорегион может определяться как часть приграничной территории, которая формируется из административно-хозяйственных единиц различных государств, объединенных общими интересами. С другой

– как некий «зонтичный проект», в рамках которого реализуются конкретные проекты по развитию приграничных территорий [6].

Еврорегионы стали одним из ярких проявлений европейской интеграции и их опыт для регионального развития признается успешным [7]. Он значим для России и с содержательной, и с формальной точек зрения, поскольку «Европейская рамочная конвенция о приграничном сотрудничестве территориальных сообществ и властей», подписанная Россией 4 ноября 1999 г. стала составной частью правовой системы РФ. В настоящее время Россия является участницей нескольких еврорегионов, созданных преимущественно на северо-западе страны.

Однако большая часть российских границ расположена не в Европе, а в Азии. Масштабы взаимодействий с сопредельными странами в районе азиатских границ России с середины 1990-х гг. постоянно нарастают. Определился и базовый вектор их эволюции – трансформация приграничных регионов в регионы трансграничные. Основным драйвером таких изменений, на наш взгляд, стали действия политических авторов, прежде всего – региональных властей. Однако процесс формирования трансграничных механизмов сотрудничества далеко не завершен. Азиатское приграничье все еще остается *потенциальной совокупностью* трансграничных регионов. Задача заключается в складывании опорных узлов трансграничной сетевой структуры, которая обычно рассматривается в экспертном сообществе как высшая форма трансграничных взаимодействий. Во всяком случае, именно об этом свидетельствует опыт развития еврорегионов, в наиболее успешных из которых как раз и произошло формирование подобных сетевых структур. В этом смысле опыт еврорегионов также может оказаться весьма значимым и практически полезным и для азиатского приграничья РФ.

Еврорегионы как форма трансграничного сотрудничества стали важным инструментом регионального развития. Однако поиск оптимальной модели баланса наднациональных, национальных и региональных интересов продолжается повсеместно. Вряд ли такая модель может быть единой для всех приграничных территорий, позиционирующих себя как трансграничные регионы, но ее возможности заслуживают тщательного анализа.

*Работа выполнена при финансовой поддержке партнерского интеграционного проекта СО – УрО – ДВО РАН № 23.*

### **Литература**

1. Приграничные и трансграничные территории Азиатской России и сопредельных стран (проблемы и предпосылки устойчивого развития) / Под ред. П.Я. Бакланова, А.К. Тулохонова. – Новосибирск, 2010. – С. 13-22.
2. Чекалина Т.Н. Развитие и пространственная дифференциация трансграничного сотрудничества в Балтийском регионе: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Калининград, 2007. – С. 8.

3. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Приграничные и трансграничные территории как объект географических исследований // Известия РАН. Серия географическая. – 2004. – №4. – С. 27-34.
4. Межевич Н.М. Основные направления региональной политики Российской Федерации. – URL: <http://dvo.sut.ru/libr/history/i299mez1/1.htm>.
5. De Rougemont D. L'avenir est Notre Affaire. Council of Europe. – Paris, 2000. – P. 9.
6. Насыров И.Р. Международное сотрудничество регионов. Мировая практика и опыт Татарстана. – Казань, 2007. – С. 170.
7. Балтийский регион как полюс экономической интеграции Северо-Запада Российской Федерации и Европейского союза. – Калининград, 2006.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНВАЗИЙ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ В ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

*Е.П. Горлачева*

*Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН,  
gorl\_iht@mail.ru*

## **ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF INVASIONS OF ALIEN SPECIES OF FISH IN WATER ECOSYSTEMS OF CROSS-BORDER TERRITORIES**

*E.P. Gorchacheva*

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the RAS*

*Приводятся экологические последствия вселения чужеродных видов рыб в водоемы Забайкальского края. На ряде примеров показано их негативное воздействие на аборигенную ихтиофауну. Дальнейшее расширение ареалов чужеродных видов рыб в трансграничных водоемах может нанести непоправимый ущерб уникальной ихтиофауне трансграничных территорий.*

*In work ecological consequences of installation of alien species of fish are given in reservoirs of Zabaykalsky Krai. On a number of examples their negative impact on a native fish fauna is shown. Further expansion of areas of alien species of fish in cross-border reservoirs can cause an irreparable damage to a unique fish fauna of Cross-border territories.*

В настоящее время при проведении большую актуальность приобрели ихтиологические исследования, посвященные трансграничным рекам. Все более увеличивающиеся антропогенные изменения водных экосистем

приводят к серьезным экологическим проблемам. Среди которых наряду с нарушением мест обитания на первый план выходит проблема расширения ареалов чужеродных видов рыб, что является серьезной угрозой для снижения биоразнообразия и перестройки рыбных сообществ.

Исследования инвазийного процесса на территории Забайкальского края начаты сравнительно недавно (1999), но даже они показали наличие чужеродных видов, в том числе и в трансграничных водоемах. Ихтиофауна трансграничных рек Аргуни и Онона отличается высоким видовым разнообразием (свыше 40), среди которых имеются эндемичные, редкие и исчезающие виды рыб. Такие виды, как амурский осетр, калуга и сиг-хадары занесены в Красную книгу Читинской области. Разнообразие рыб рек Хилок и Селенга ниже, но оно характеризуется наличием таких видов, как белый и черный хариус, байкальский осетр, омуль. Тем не менее, в последние десятилетия на территорию Забайкальского края проник целый ряд видов, которые являются чужеродными. К ним относятся окунь, ханкинский пескарь, пелядь, омуль, растительоядные виды рыб. В настоящее время наблюдается быстрое распространение в трансграничных водах ротана-головешки, который поедает икру ценных видов рыб, что наносит серьезный ущерб рыбному хозяйству края [1-4]. Быстрому распространению ротана и освоению им новых водоемов способствует его высокая экологическая пластичность. За короткий срок он освоил практически весь бассейн р. Аргунь, включая карьерные водоемы и Краснокаменское водохранилище. Благодаря своим биологическим особенностям, ротан является опасным инвазийным видом. В приобретенных ареалах он достигает более крупных размеров, чем в естественных водоемах.

Среди основных причин данного процесса можно выделить и естественные, к которым следует отнести освоение рыбами новых биотопов, естественные колебания численности рыб, изменение климата, изменение абиотических факторов. Другая причина связана с деятельностью человека – это строительство водохранилищ и гидротехнических сооружений, развитие горнодобывающей промышленности, загрязнение значительного количества трансграничных водотоков. В третьих, причиной изменения естественных ареалов рыб является случайная или целенаправленная интродукция, которая в последнее время носит стихийный характер. Очень часто она осуществляется без соответствующего биологического обоснования.

Важность изучения последствий инвазий чужеродных видов связана с тем, что трансграничные реки являются биоинвазийными коридорами [5]. Забайкальский край в силу своего трансграничного положения будет постоянно находиться под угрозой появления и вселения новых чужеродных видов. Их распространение имеет как локальный, так и ленточный характер. К сожалению, на территории Забайкальского края преобладает ленточный тип распространения чужеродных видов, что не дает возможности регулирования численности отдельных чужеродных видов, т.к. они отличаются по характеру питания, условиям нереста и размножения.

В последние десятилетия процесс инвазий значительно ускорился в связи с глобальным потеплением климата, что вызывает серьезные экологические угрозы. Среди них на первое место выступает снижение биоразнообразия экосистем. Это связано с тем, что многие чужеродные виды обладают высокой пластичностью, скоростью размножения, высокой адаптивностью к неблагоприятным условиям, что позволяет очень быстро увеличивать свою численность. Новые виды способны к межвидовой гибридизации. Например, вселение карпа в водоем-охладитель Харанорской ГРЭС, привело к образованию гибридов между сазаном и карпом, а интродукция леща в Ивано-Арахлейские озера привела к образованию гибридных форм между лещом и плотвой, которые отличаются от исходных форм [6].

Новые виды, как более приспособленные, способны подавлять или вытеснять аборигенные. Например, вселение окуня в оз. Кенон способствовало выпадению из состава ихтиофауны трех видов голянов, а появление трегубки в р. Онон снижению численности амурского чебака. В результате вселения новых видов наблюдается трансформация фаунистических комплексов. При вселении амурского сома фауна рыб оз. Байкал, а также р. Селенга и ее притоков пополнилась представителем древнего верхнетретичного комплекса, который здесь ранее отсутствовал. В реках Верхнего Амура идет увеличение представителей китайского фаунистического комплекса. При этом, к сожалению, происходит снижение численности представителей бореально предгорного комплекса и в первую очередь представителей ценных лососевых видов рыб.

Распространение чужеродных видов при отсутствии сдерживающих факторов приводит к упрощению структуры рыбных сообществ и снижению устойчивости водных экосистем. Вселение пеляди и омуля в Краснокаменское водохранилище привело к резкому снижению численности зоопланктона, смене крупных фильтраторов на более мелкие виды и снижению качества воды. В свою очередь подрыв кормовой базы сказался на ростовых характеристиках вселенцев. Темп рост пеляди и омуля снизился в 1,5-2 раза по сравнению с первоначальным периодом интродукции данных видов. Расширение ареалов чужеродных видов и появление их в новых водоемах приводит к появлению новых паразитов, которые ранее здесь не отмечались.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что расширение ареалов чужеродных видов рыб на трансграничных территориях приводит к трансформации водных экосистем и представляет существенную экологическую угрозу как для ихтиофауны России, так и Монголии и Китая. В этой ситуации назрела необходимость разработки программы по мониторингу распространения чужеродных видов в трансграничных водных экосистемах.

## Литература

1. Горлачева Е.П., Афонин А.В., Михеев И.Е. О нахождении амурской трегубки *Opsariichthys uncirostris amurensis* в реке Онон // Вопросы ихтологии. – 1999. – Т. 39. – № 2. – С. 161.
2. Горлачева Е.П., Афонин А.В. Окунь *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 – чужеродный вид Верхнеамурского бассейна // Морская экология. – Владивосток, 2007. – С. 181-185.
3. Горлачева Е.П., Афонин А.В., Горлачев В.П. О современном ареале ротана *Perccottus glenii* в Верхнеамурском бассейне // Вопросы ихтиологии. – 2008. – № 5, Вып. 48. – С. 719-711.
4. Горлачева Е.П., Горлачев В.П., Афонин А.В. Экологическая безопасность ихтиофауны трансграничных водоемов Забайкальского края в связи с расширением ареала ротана // Сб. докладов научно-практич. Конф. Международное сотрудничество стран Северо-Восточной Азии: проблемы и перспективы. – Чита, 2010. – С. 92-98.
5. Горлачева Е.П. Река Хилок как биоинвазийный коридор // Сб. научн.тр. Актуальные научные вопросы: реальность и перспективы. Ч. 4. – Тамбов, 2011. – С. 49-51.
6. Горлачева Е.П., Афонин А.В. Особенности роста естественных гибридов плотвы и леща, карпа и амурского сазана в водоемах Забайкальского края // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2009. – № 6. – С. 4-9.

## К ЭКОЛОГИИ БАССЕЙНА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ТЕС-ХЕМ (ТЭСИЙН-ГОЛ) (РОССИЯ, ТУВА, МОНГОЛИЯ)

*В.И. Забелин<sup>1</sup>, О.И. Кальная<sup>1</sup>, Т.П. Арчимаева<sup>1</sup>, Е.А. Доможакова<sup>1</sup>,  
А.Д. Самбуу<sup>1</sup>, В.В. Заика<sup>1</sup>, О.Д. Аюнова<sup>1</sup>, С.В. Левыкин<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> – Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН*

*<sup>2</sup> – Институт степи УрО РАН, zabelinvi@mail.ru*

## TO ECOLOGY OF THE TRANSBOUNDARY TES-KHEM RIVER BASIN (TESIYN-GOL) (RUSSIA, TUVA, MONGOLIA)

*V.I. Zabelin<sup>1</sup>, O.I. Kalnaya<sup>1</sup>, T.P. Archimaeva<sup>1</sup>, E.A. Domozhakova<sup>1</sup>,  
A.D. Sambuu<sup>1</sup>, V.V. Zaika<sup>1</sup>, O.D. Ayunova<sup>1</sup>, S.V. Levykin<sup>2</sup>*

*1 – Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,*

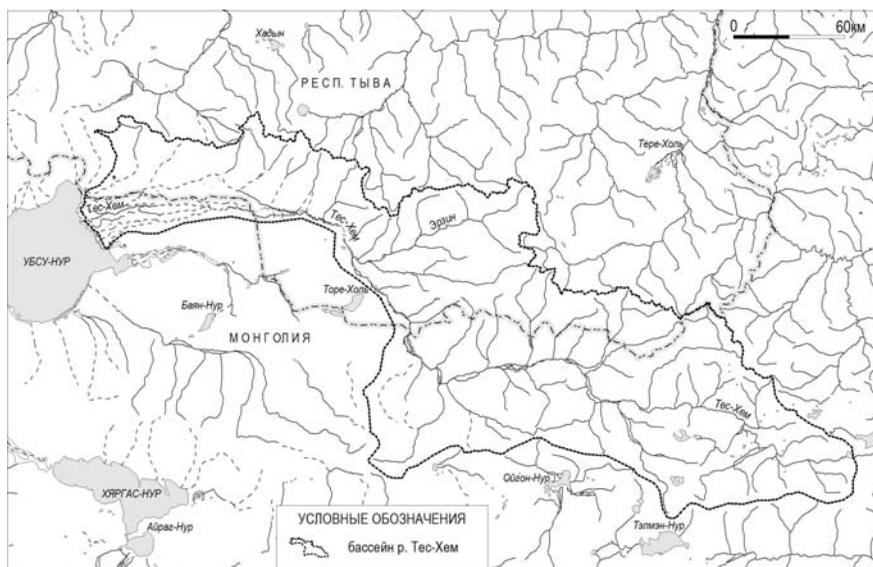
*2 – Institute of Steppe of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
zabelinvi@mail.ru*

*Рассматриваются современные экологические условия бассейна реки, в том числе состояние ландшафтов, почвенного и растительного покрова, животного мира, гидрохимические условия водного потока в пределах республики. В перспективе, благодаря большому разнообразию сохранившихся в бассейне реки экосистем и созданной сети ООПТ, эта территория может рассматриваться как часть Алтае-Саянского экорегиона, имеющая важное значение для сохранения окружающей среды в межгосударственном масштабе.*

*The Tes-Khem river basin is one of transboundary river basins in the Asian part of Russia on the territory of Tuva. The Tes-Khem River (Busyn-Gol) heading from Mongolia the extent of which is 600 km where 140 km is on the territory of Tuva republic. Up-date ecological conditions of river basin including landscapes condition, soil and vegetative cover condition, fauna status, hydrochemical conditions of water stream within the republic are considered in the article. In future this territory can be considered as a part of Altai-Sayan ecoregion which have great value for environment preservation in interstate standard owing to the great variety kept in river basin ecosystem and created network of Specially Protected Natural Areas.*

Река Тес-Хем (Тэсийн-Гол) берёт своё начало на северных склонах хребта Буллайн-Нуру Хангайской горной провинции Монголии и, следуя преимущественно в 3-СЗ направлении почти на 600 км, впадает в оз. Убсу-Нур – одно из крупнейших бессточных озёр Центральной Азии (рис. 1). В пределах России (Республики Тува) находятся 140 км нижнего течения реки, приустьевая часть которой на протяжении 86 км, попадая вновь на территорию Монголии, разбивается на несколько рукавов, образующих широкую приозерную дельту. Дельтовая часть р. Тес-Хем представляет собой уникальную экосистему заболоченных лугов с обширными тростниковыми займищами, являющуюся местом обитания диких животных и водно-болотных птиц, в т.ч. редких и исчезающих видов.

Бассейн р. Тес-Хем располагается в северной части полупустынной Нагорной Азии и характеризуется суровым засушливым резко континентальным климатом. Амплитуда крайних значений температур достигает 89,5 градусов при абсолютном максимуме +39°C и минимуме – 50,5°C. Количество атмосферных осадков незначительно и колеблется в пределах 114-266 мм в год при среднемноголетнем значении 215 мм [1]. Малое количество выпадающих осадков летом и незначительная мощность снежного покрова в зимнее время при большой амплитуде летних и зимних температур и частых сильных ветрах создают острый дефицит влаги. В то же время кратковременные ливневые дожди нередко приводят на реках к возникновению паводковых ситуаций.



**Рис. 1. Бассейн трансграничной реки Тес-Хем (Тэсийн-Гол)**

Река Тес-Хем является главным водотоком Убсу-Нурской котловины. Её параметры характеризуются следующими данными: глубина – 2-3 м, ширина – 80-100 м, скорость течения – 0,8-1,5 м/сек, средний расход воды – 55,7 м<sup>3</sup>/сек при колебаниях 33,3-333 м<sup>3</sup>/сек. За счёт притоков, впадающих в реку на территории Тувы, её среднегодовой расход воды увеличивается примерно вдвое. Долина реки Тес-Хем почти на всём протяжении относительно широка и во многих местах заболочена: русло реки сильно меандрирует, образуя дополнительные рукава и старицы. Абсолютные отметки вершин хребтов, ограничивающих её бассейн, достигают высот 2619-3276 м, а общее падение уровня реки от истока (2006 м) до устья (759 м) составляет около 1250 м. На территории Монголии река принимает три относительно крупных правых притока и два левых длиной по 80-120 км. В пределах Тувы в Тес-Хем впадает с десятком правых притоков, отличающихся преимущественно малой длиной (20-60 км) и небольшой водоносностью. Большинство их не доносит свои воды до основной реки, теряя сток в подгорных аллювиально-пролювиальных наносах, и только р. Эрзин, имеющая обширную площадь водосбора в высокогорном массиве Сангилен (4240 км<sup>2</sup>) и протяжённость 70 км, почти наполовину (22,7 м<sup>3</sup>/сек) разбавляет своими водами поток р. Тес-Хем. Питание реки Тес-Хем происходит за счёт атмосферных осадков и таяния многолетней мерзлоты, при этом, проходя на большом протяжении через песчано-глинистые отложения, вода насыщается большим количеством взвешенных частиц (песка, глины, остатков растительной органики), особенно в паводок. Вода в это время становится

непрозрачной, приобретает серовато-желтоватый цвет, мутность достигает 200 и более г/м<sup>3</sup> и переносимые рекой взвеси активно формируют песчано-глинистые берега и дно водотока.

По данным исследований, проведенных сотрудниками Тувинской геолого-разведочной экспедиции в 2002-2004 гг. [2], воды реки Тес-Хем пресные с минерализацией 0,28-0,36 г/л, по содержанию химических компонентов – гидрокарбонатные смешанного катионного состава. Обобщенная формула солевого состава вод реки на выходе из территории России (пограничная застава Шара-Сур) имеет вид:

$$M_{0,28-0,35} \frac{HCO_3(73-80) \cdot SO_4(16-22) \cdot Cl(3-4)}{Ca(53-70) \cdot (Na+K)(16-24) \cdot Mg(13-29)}$$

По основным показателям, характеризующим степень загрязнения поверхностных вод (нитраты (NO<sub>3</sub>), нитриты (NO<sub>2</sub>), аммоний-ион (NH<sub>4</sub>), перманганатная и бихроматная окисляемость, растворенный кислород (O<sub>2</sub>), биологическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), нефтепродукты) обстановка в поверхностных водах реки Тес-Хем благоприятная [2]. Техногенные загрязняющие вещества (СПАВ, нефтепродукты) обнаруживаются в минимальных количествах – на пределе чувствительности прибора. Количество взвешенных веществ в поверхностных водах зависит от режима питания реки, в котором, в свою очередь, существенную роль играют атмосферные осадки.

В самой реке и ее притоках были обнаружены представители самых массовых отрядов амфибионтных насекомых, чьи личинки развиваются в воде и являются основным кормом для рыб – это поденки, веснянки и ручейники. Поденки представлены 30 видами, веснянки и ручейники – по 12 видов. Также в бассейне реки, в ее пойменных водоемах, найдены 24 вида стрекоз. Наиболее богатыми видами оказались правый приток Тес-Хема – Шивээлиг-Хем и сам Тес-Хем: 45 и 47 видов, соответственно. Интересным является находка в этих водотоках вида *V. transiliensis* Brod., известного ранее по исследованиям в Таджикистане. Это подчеркивает уникальность зоогеографического положения рассматриваемой территории.

Окружающие долину реки горные склоны в пределах Монголии почти не имеют лесов и, относясь к Западно-Хангайской горно-лесостепной провинции, характеризуются степным характером растительности. В пределах российской территории значительная часть левобережья сложена песками массива Боорег-Дэлийн Элс, ниже которого по течению реки опустыненные степи сформированы на каштановых и светлокаштановых почвах. В поймах развиты разнотравно-злаковые луга с *Populus laurifolia* на аллювиальных лугово-болотных мерзлотных и зачастую засоленных почвах; участками наряду с кустарниковыми зарослями встречаются ельники (*Picea obovata*). Ближе к монголо-российской границе в долине реки появляются пойменные топольники с ивой, облепихой и берёзой; на территории Тувы к

ним добавляется черёмуха, а местами и лиственница, также преимущественно на аллювиальных дерновых, лугово-болотных засоленных почвах.

Флора Убсунурской котловины (тувинская часть) сочетает в себе черты южно-сибирской и северо-монгольской горно-степных флор. На горных склонах, окружающих котловину, преобладает лесная растительность, что более тяготеет к сибирской гумидной флоре. Дно котловины, где господствуют различные варианты степной и пустынной растительности, является производным аридных опустыненных степей Монголии. На родовом и семейственном уровнях в целом флора Убсунурской котловины обнаруживает более тесную связь с Хангаем и Юго-Восточным Алтаем [1].

По своим природным условиям долина р. Тес-Хем, представляющая собой опустыненные степи и пески, является своеобразным оазисом Убсунурской впадины. Она создаёт богатое разнообразие растительности и животного мира, что послужило основанием для организации в пределах наиболее сохранившейся в естественном состоянии территории шести кластерных участков биосферного заповедника «Убсунурская котловина» (Россия) общей площадью 81,9 тыс. га, а также Монгольского государственного природного заповедника «Убсунурская котловина» с участком песчаной пустыни Алтан Элс и национального природного парка «Хан Хохэй» общей площадью около 1 млн. га.

Административно российская часть бассейна р. Тес-Хем принадлежит Овюрскому, Эрзинскому и Тес-Хемскому районам Республики Тыва с 10 небольшими сельскими поселениями и тремя погранзаствами. В пределах Монголии в бассейне реки располагаются Увс-аймак, Завхан-аймак, Хувсгел-аймак и три поселка Цэцэрлэг, Баянтэс и Тэс.

Экономически районы развиты слабо, местное население (тувинцы и монголы) занято пастбищным отгонным животноводством, хлебопашество практически отсутствует. Рыбопромыслового значения бассейн р. Тес-Хем не имеет, поскольку населён непродуктивными видами рыб – убсунурским османом и серым низкотелым гольцом. В небольших объёмах развернут промысел интродуцированных видов рыб – щуки и пеляди на оз. Торе-Холь. Здесь же построен туристический кемпинг, принимающий отдыхающих в летнее время.

Таким образом, исходя из приведенных данных, бассейн трансграничной реки Тес-Хем находится в практически ненарушенных природных условиях, для питьевых и хозяйственно-бытовых целей в широких масштабах не используется и рыбохозяйственного значения не имеет. В перспективе благодаря большому разнообразию сохранившихся в бассейне реки экосистем и созданной сети ООПТ эта территория может рассматриваться как часть Алтае-Саянского экорегиона, имеющая важное значение для сохранения окружающей среды в межгосударственном масштабе.

## Литература

1. Природные условия Тувинской автономной области. Труды тувинской комплексной экспедиции. Вып. III. – М.: Изд. АН СССР, 1957. – 275 с.
2. Высотина Л.Н. Оценка состояния водных объектов и водохозяйственных систем в бассейне реки Тес-Хем и её притока реки Эрзин в Республике Тыва. – Кызыл, 2004. – 22 с.

## ВЛИЯНИЕ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ИРТЫША

*Е.Д. Кошелева, А.Т.Зиновьев*

*Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН*

## INFLUENCE OF TRANSBOUNDARY FACTORS ON THE IRTYSH WATER REGIME

*E.D. Kosheleva, A.T. Zinoviev*

*Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
lgg-iwep@yandex.ru*

*Рассматривается влияние трансграничных факторов на водный режим реки Иртыш в границах РФ с учетом мирового опыта по мониторингу трансграничных бассейнов.*

*Taking into account the world experience in monitoring of transboundary basins the influence of transboundary factors on the water regime of Irtysh River in the Russian Federation is considered.*

*Актуальность.* В соответствии с Водной конвенцией «трансграничное воздействие означает любые значительные вредные последствия, возникающие в результате изменения состояния трансграничных вод, вызываемого деятельностью человека, физический источник которой расположен полностью или частично в районе, находящемся под юрисдикцией той или иной Стороны, для окружающей среды в районе, находящемся под юрисдикцией другой Стороны» [1]. Данная работа посвящена выявлению трансграничных антропогенных факторов, приводящих к изменению режима стока Иртыша в пределах РФ.

*Объект исследования.* Бассейн Иртыша располагается на территории четырех государств – Монголии, Китая, Республики Казахстан и России,

имеющих свои собственные интересы в использовании его стока. В бассейне Верхнего Иртыша сток в основном формируется на территории Республики Казахстан и КНР. По принятым ранее оценкам сток Иртыша на границе Китая и Казахстана составляет  $9,6 \text{ км}^3$ . На границу России с Казахстаном поступает  $27,9 \text{ км}^3$ , что составляет 31% от стока р. Иртыш в месте впадения его в р. Обь. Значительная часть стока р. Иртыш на территории РФ (73 %) формируется основными притоками – Ишимом и Тоболом, бассейны которых также являются трансграничными.

На территории республики Казахстан построены водохранилища Верхне-Иртышского каскада: Бухтарминское (заполнение и пуск в 1960-1966 гг.); Усть-Каменогорское (заполнение в 1952-1954 гг., выход на полную мощность в 1966 г.); Шульбинское (начало строительства 1976 г., запуск в 1987-1994 гг.). Каскадные водохранилища последовательно осуществляют многолетнее, недельное, сезонное регулирование стока и в соответствии со своим предназначением изменяют гидрологический режим Иртыша с момента их заполнения и начала работы. Канал Иртыш-Караганда, строительство которого велось в 1968-1975 гг., производит водозабор из Иртыша для водообеспечения г. Астаны.

*Исходные данные и методика.* Для изучения характера воздействия Верхне-Иртышского каскада водохранилищ и канала Иртыш-Караганда (им. К. Сатпаева) на режим р. Иртыша в пределах РФ использовались опубликованные в гидрологических ежегодниках Гидрометеослужбы ряды среднегодовых и месячных расходов р. Иртыш в створах г. Омска, г. Усть-Ишима, г. Тобольска [2].

При совместном анализе рядов годового стока брался одинаковый расчетный период с 1936 по 1999 гг., дающий репрезентативные ряды наблюдений для створов г. Омска и г. Тобольска с 8-ю полными циклами водности. Оценка репрезентативности рядов наблюдений определялась с помощью расчёта, построения и анализа сокращенной интегральной кривой стока. В работе также выполнялись статистический анализ рядов данных, проверка рядов на однородность, построение и анализ кривых связи, построение трендов среднегодовых расходов, комплексный анализ по методике ГГИ [3].

*Результаты.* Установлено, что естественный режим р. Иртыш в створах г. Омска, г. Усть-Ишима, г. Тобольска с устойчивым подобием графиков среднегодовых расходов до 1951 г. (рис. 1а) сменился на искусственно-регулируемый.

1. В 1952-1953 гг. происходит наполнение и пуск 1 турбины Усть-Каменогорского водохранилища, что приводит на временном промежутке с 1951 по 1957 гг. к синхронному уменьшению среднегодовых расходов во всех трех рассматриваемых створах р. Иртыша (рис. 1б).

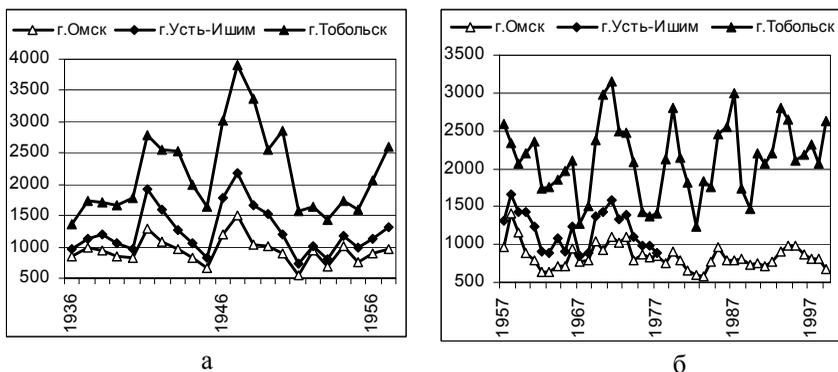


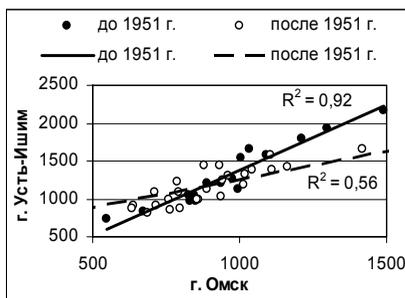
Рис. 1. Динамика среднегодовых расходов р. Иртыш в створах гг. Омска, Усть-Ишима, Тобольска, м<sup>3</sup>/с: а – до 1957 г., б – после 1957 г.

2. Ввод в эксплуатацию в 1959 г. последних 3 турбин Усть-Каменогорского водохранилища, строительство и наполнение в 1960-1966 гг. Бухтарминского водохранилища приводит к рассогласованию амплитуд колебания стока в рассматриваемых створах в период с 1957 по 1967 гг., при этом графики расходов приобретают резко снижающийся тренд (рис. 1б).

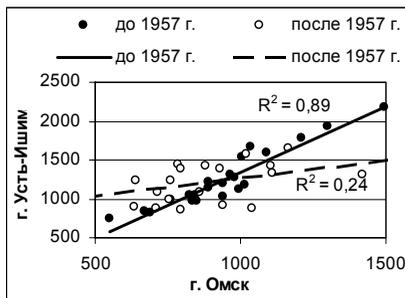
3. Среднегодовые расходы при естественном режиме до 1951 г. во всех створах имели синхронную цикличность 6-7 лет, а с нарушением режима в 1951 г. – в створе г. Омска цикл водности имел продолжительность 12 лет, далее – 20 и 16 лет. В створе г. Тобольска после 1951 года проявился цикл в 15 лет (до 1967 г.), а далее цикл вернулся к более естественному режиму 7-8 лет.

4. Установившиеся после 1967 г. гидрологические режимы характеризуются: уменьшением значений амплитуд среднегодовых расходов (уменьшение дисперсии); разнонаправленностью трендов среднегодовых расходов (г. Омск – незначительно уменьшающийся тренд; г. Тобольск – растущий тренд); несовпадением годов максимумов и минимумов в створе г. Тобольска и створах гг. Омска и Усть-Ишима.

До 1951 г. связь стока Иртыша в створе г. Омска со стоком в г. Усть-Ишиме существует с высокой достоверностью аппроксимации  $R^2=0,92$ . После 1951 г. она начинает разрушаться, достоверность ее падает до  $R^2=0,56$  (рис. 2а), после 1957 г. – до  $R^2=0,24$  (рис. 2б).



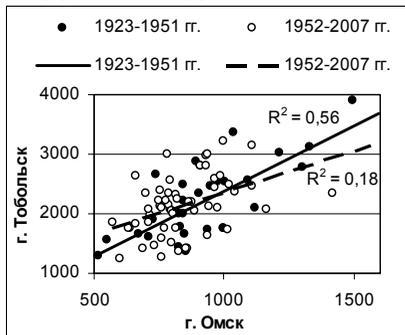
а



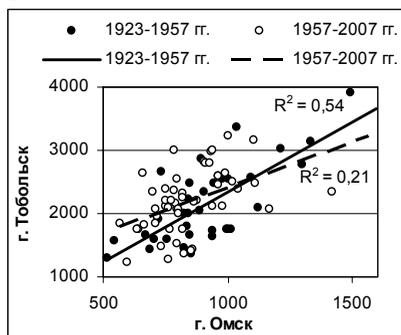
б

Рис. 2. Графики связи стока р. Иртыш (г. Омск) и р. Иртыш (г. Усть-Ишим): а – до и после 1951 г., б – до и после 1957 г.

Связь между стоком в г.Тобольске и г. Омске до 1951 г. имеет достоверность аппроксимации  $R^2=0,56$ , а после 1951 г. она малозначима, коэффициент корреляции близок к 0,2 (рис. 3).



а



б

Рис. 3. Графики связи стока р. Иртыш (г. Омск) и р. Иртыш (г. Тобольск): а – до и после 1951 г., б – до и после 1957 г.

Беря за основу период ненарушенного стока до 1951 г. р.Иртыш (г. Омск), выстроена линия естественного стока (ненарушенный режим) и суммарная интегральная кривая годового стока – бытовой сток в данном створе (рис. 4). Отмечается увеличивающееся расхождение между естественным стоком и наблюдаемым зарегулированным режимом.

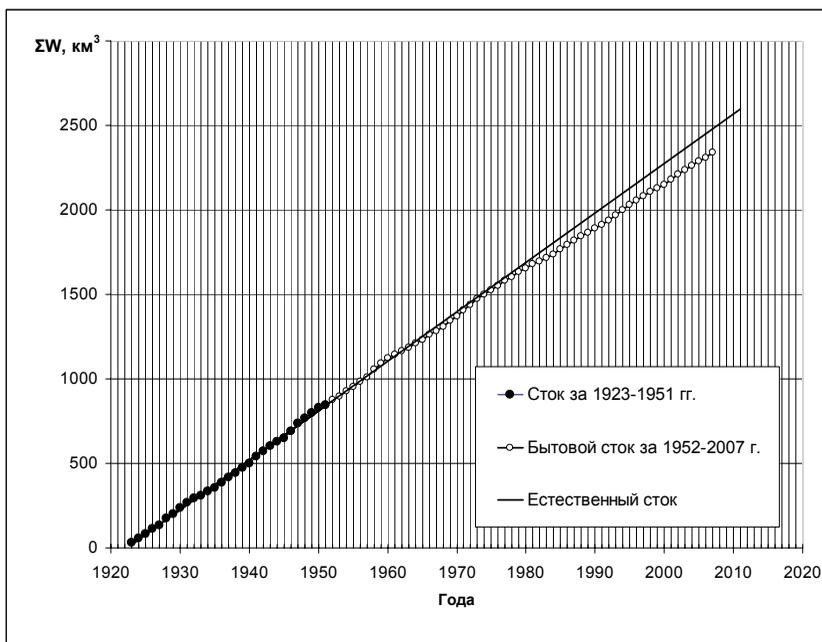


Рис. 4. Суммарная интегральная кривая годового стока р. Иртыш (г. Омск)

Для более детального анализа происходящих изменений в створе г. Омска и выявления климатических факторов, влияющих на режим реки, ряды проверены на однородность при помощи критериев Фишера и Стьюдента.

Путем расчета по нескольким точкам деления генеральной совокупности (начало ряда – точка деления – конец ряда: 1936-1951-1999; 1936-1952-1999; 1936-1952-1977; 1952-1978-1999; 1936-1978-1999) установлена неоднородность рядов «до» и «после» 1978 г., что согласуется с исследованиями ГГИ [3]. Сравнение среднемесячных расходов этих двух периодов позволяет оценить произошедшее за последние 30 лет изменения внутригодового распределения стока р. Иртыш в створе г. Омска (рис. 5).

Если среднееголетний гидрограф ежемесячных расходов до 1978 г. близок к гидрографу среднего по водности года (1960), то гидрограф за период с 1978 по 1999 г. расположен ниже средних показателей, но не выходит за границы минимума.

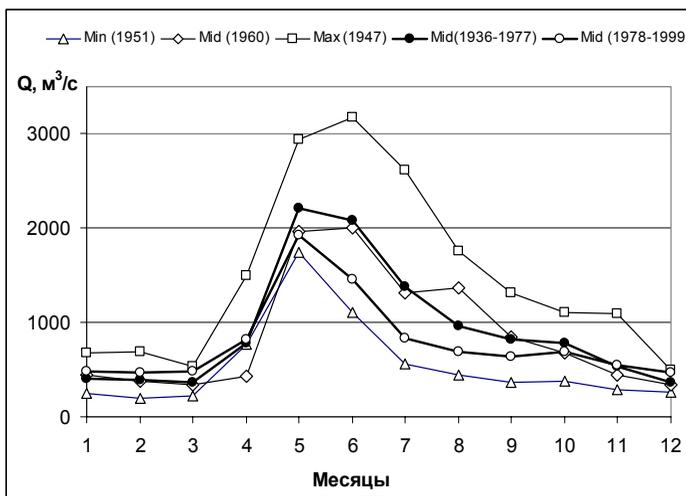


Рис. 5. Гидрографы р. Иртыш (г. Омск) в минимальный, средний, максимальный по водности год и за рассматриваемые периоды

Относительные изменения среднемесячных расходов р. Иртыш (г. Омск) за период с 1978 по 1999 гг. в сравнении с периодом от 1936 до 1977 гг. носят разнонаправленный характер: сток ноября-апреля увеличился (+4<sub>XI</sub>%, +26<sub>XII</sub>, +18<sub>I</sub>, +17<sub>II</sub>%, +33<sub>III</sub>%, +6<sub>IV</sub>%), а мая-октября уменьшился (-13<sub>V</sub>%, -30<sub>VI</sub>, -39<sub>VII</sub>, -29<sub>VIII</sub>, -21<sub>IX</sub>, -13<sub>X</sub>%). Изменения являются следствием комплекса факторов: климата последних десятилетий и трансграничной составляющей – следствием увеличения зимних и уменьшения летних попусков на Усть-Каменогорской и Шульбинской ГЭС [2], а так же растущего объема водопотребления на территориях сопредельных государств и в приграничных областях.

*Выводы.* Установлено подобие графиков среднегодовых расходов в створах гг. Омска, Усть-Ишима, Тобольска до 1957 г., рассогласованность амплитуд в створах г. Омска и г. Тобольска, начиная с 1957 г., и уменьшение амплитуд в створе г. Омска в последующие годы. С 1951 г. отмечается синхронное уменьшение объемов стока на исследуемых створах.

До 1951 г. сток в г. Омске связан со стоком в г. Усть-Ишиме с высоким коэффициентом корреляции (0,92), после же 1957 г. коэффициент корреляции достигает значения 0,24 и становится малозначимым. Изменение в связи между стоком в г. Омске и г. Тобольске имеет аналогичный характер.

Наполнение и эксплуатация каскада Верхне-Иртышских водохранилищ изменило естественный сток р. Иртыш в створе г. Омска и привело к увеличивающемуся расхождению между естественным стоком и наблюдаемым зарегулированным режимом. Внутригодовое распределение стока также претерпело изменение: летний в г. Омске – уменьшился на 13-

39%, зимний – увеличился на 4-33%, среднегодовой многолетний расход уменьшился на 14,3%.

Влияние заполнения Верхне-Иртышского каскада водохранилищ на объем стока р. Иртыш в створе г. Тобольска имеет место с 1951 г., но в формировании динамики гидрологического режима природный фактор в данном створе в целом превалирует над трансграничным антропогенным.

С учетом протекающих процессов существует насущная потребность в международных соглашениях между государствами-водопользователями по регламентации допустимых объемов водозаборов из Иртыша, а также в создании совместных органов мониторинга на приграничных территориях.

*Работа выполнена в рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН 69 «Интегрированные исследования климатических, гидрологических и экосистемных процессов на территории болот Западной Сибири» и программы ФНИ VII.62.1. «Изучение гидрологических и экологических процессов в водных объектах Сибири и разработка научных основ водопользования и охраны водных ресурсов (на основе бассейнового подхода с учетом антропогенных факторов и изменений климата)».*

### **Литература**

1. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер: [Электронный ресурс]. – 1992. – Режим доступа: <http://www.unesco.org/env/water/pdf/watercon.pdf>.
2. Иртышско-Обская глубоководная магистраль от Китая до северного морского пути в составе транспортно-энергетической водной системы (ТЭВС) Евразии /Л.Н. Козлов, А.А. Беляков // Евразийская экономическая интеграции. – 2009. – №3 (4). – С. 132-143.
3. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. проф. И.А. Шикломанова. – СПб: ГГИ, 2008. – 600 с.
4. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1 Реки и каналы. Часть 2 Озера и водохранилища. Том 6. Выпуски 4-6, 8, 9. Бассейн Карского моря (западная часть) // Государственный водный кадастр. – 1936...1999.

## **ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЙ ПУТЬ РЕШЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ПРОБЛЕМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Б.А. Красноярова*

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул  
bella@iwer.ru*

### **TRANSBOUNDARY RIVER BASINS OF SIBERIA AND CENTRAL ASIA: CONFLICTS AND ACTION**

*B.A. Krasnoyarova*

*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS*

*Решение проблем трансграничного сотрудничества в области водопользования в значительной мере определяется готовностью институциональных систем стран-участниц к ведению такового, т.е. наличием правовых, экономических и организационных форм и инструментов воздействия на процессы социально-экономического развития регионов, расположенных в границах трансграничного бассейна. В условиях азиатской России ни она сама, ни страны-партнеры не имеют сформированных и действенных институтов сотрудничества, тем более в условиях водodefицита.*

*The solution of problems of transboundary cross-border cooperation in the field of water use considerably is defined by readiness of institutional systems of the countries – participants to maintaining that, i.e. existence of legal, economic and organizational forms and instruments of impact on processes of social and economic development of the regions located in borders of the cross-border pool. In the conditions of Asian Russia neither she, nor the countries – partners have no created and effective institutes of cooperation, especially in the conditions of water deficiency.*

Экономическое развитие сопровождается усилением антропогенного пресса на природную среду, затрагивая в той или иной мере все ее компоненты. При этом водные ресурсы – это если и не самый уязвимый, то как минимум самый востребованный ресурс как с позиций увеличения потребностей в воде, так и в связи с уменьшением его количества и ухудшения качества.

Ранее мы поднимали вопросы водodelения в странах Центрально-Азиатского региона и в трансграничных бассейнах сибирских рек. При этом даже в Центральной Азии проблема стоит не столько и не только в дефиците водных ресурсов, сколько в характере их использования. Каждая страна, естественно, соблюдает примат собственных интересов, зачастую абстрагируясь от общесистемных задач сохранения водного объекта и режима его функционирования. Поэтому, на наш взгляд, проблемы устойчивого развития регионов, расположенных на территориях трансграничного бассейна, все больше упираются в институциональную компоненту – отсутствие адаптивной системы управления единым водным

объектом – бассейновой системой. Институциональные основы управления включают правовые, экономические и организационные формы воздействия на процессы социально-экономического развития данных регионов. И недостаточное развитие хотя бы одного из них ведет к неэффективному функционированию всей институциональной системы.

Часто проблемой является отсутствие или незавершенность формирования правовой и нормативной базы трансграничного сотрудничества, когда осознанная потребность в организации такового не подкреплена соответствующими правовыми актами или, институты, ответственные за управление трансграничными водами, не обладают достаточными полномочиями или необходимыми ресурсами для осуществления полноценного сотрудничества [1]. Примером тому может служить действие Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК) Центральной Азии, созданной еще в 1992 г. и представляемой Министрами водного хозяйства пяти стран: Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Турмении и Узбекистана (или их первыми заместителями). Заседания комиссии проходят ежеквартально поочередно в каждом государстве под председательством принимающей стороны. К числу основных вопросов, рассматриваемых на заседаниях, относятся:

- определение единой водохозяйственной политики и разработка ее основных направлений с учетом интересов населения и отраслей государств;
- рациональное использование водных ресурсов и их охрана; разработка программ по увеличению водообеспеченности бассейнов рек и мер по их реализации;
- утверждение лимитов ежегодного водопотребления для каждого из государств по основным водным источникам, режимов работы крупных водохранилищ;
- управление водораспределением и его корректировка в условиях фактической водности и складывающейся водохозяйственной обстановки [2].

Однако ни функционирование данной комиссии, ни действие международных фондов, например, Международного фонда спасения Арала, ни привлечение международных наблюдателей и экспертов не помогло установлению равноправного трансграничного сотрудничества в области водопользования и водodelения в бассейнах Амударьи и Сырдарьи [2-3]. Кроме того, процесс тормозит и отсутствие действенной институциональной структуры управления водными ресурсами на уровне национальных правительств – не сформировался институт собственности на водные ресурсы, нет адаптивного нормативно-правового института управления водопользованием. В результате общесистемных реформаций в данных странах произошел отказ от старых действовавших правил и появление новых правил, не всегда обеспеченных соответствующими механизмами их соблюдения; не достаточно развитие и финансовых институтов, способных

обеспечить реализацию неотложных мер по рациональному использованию и охране водных ресурсов.

Слабым звеном процесса управления водными ресурсами является и сложившиеся, вернее, не сложившиеся системы мониторинга. Имеющиеся данные, не приведенные в соответствие между странами и являющиеся неполными и недостоверными, затрудняют определение стратегии улучшения управления водными ресурсами. В настоящее время трудности заключаются и в недостаточности информации и в ее дозированном предоставлении общественности, а также в отсутствии достаточного обмена информацией между странами [1].

Данные проблемы характерны не только для Центрально-Азиатских стран с их сложными геополитическими взаимоотношениями. Не все гладко даже в вопросах трансграничного сотрудничества между Россией и Казахстаном; возникает недопонимание и с Монголией, и тем более с Китаем, который ведет очень активную водохозяйственную деятельность на своей территории, не очень считаясь со странами, расположенными ниже его по течению трансграничных рек. Сложность во взаимоотношениях с Китаем заключается еще и в том, что он до сих пор не ратифицировал Хельсинские соглашения по трансграничным бассейнам и ведет собственную политику в области водodelения и со странами центральной и юго-восточной Азии, и с Россией.

Анализ имеющихся соглашений (табл.) между нашими странами показал, что они не охватывают всех процессов, возникающих в трансграничных бассейнах, и направлены главным образом на охрану водных ресурсов, в то время как спектр их взаимодействий значительно шире, но далеко не все они регулируются приведенными взаимоотношениями.

Ситуация осложняется еще и тем, что все названные страны находятся в стадии формирования рыночных институтов: собственности на природные ресурсы, экономических и правовых инструментов государственного регулирования и региональной политики не только с позиций трансграничного, но и межрегионального уровней управления водопользования. Имеется множество экономико-правовых лагун в этом процессе на российском уровне и их наличие сдерживает эффективность сотрудничества и на международном уровне. Изучение институциональных систем в развитых странах и попытки переноса их практик в наши страны не дает рациональных результатов, требуется их специальная адаптация к реальным условиям национальных систем управления и их дальнейшее развитие [4-5].

*Работа выполнена при финансовой поддержке партнерского интеграционного проекта СО – УрО – ДВО РАН № 23.*

## Литература

1. Нуртдинов А.Р. Институциональное обеспечение устойчивого развития в условиях эколого-экономического неравновесия: автореферат дисс. на соиск. уч.ст. к.э.н. – Казань, 2011. – 20 с.
2. Рысбеков Ю.Х. Трансграничное сотрудничество на международных реках: проблемы, опыт, уроки, прогнозы экспертов. – Ташкент, 2009. – 205 с. – [Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.cawater-info.net/6wwf/conference\\_tashkent2011/files/transbound\\_coop.pdf](http://www.cawater-info.net/6wwf/conference_tashkent2011/files/transbound_coop.pdf)].
3. Вторая оценка трансграничных рек, озер и подземных вод. – С.101. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.dauriarivers.org/pdf/-2011Amur\\_Argun\\_Chapter2\\_Ru.pdf](http://www.dauriarivers.org/pdf/-2011Amur_Argun_Chapter2_Ru.pdf).
4. Плотины как орудие международной политики КНР. – [Электронный ресурс. Режим доступа: <http://arguncrisis.ru/plotiny-kak-orudie-mezhdunarodnoj-politiki-knr/> 13.11.2011.
5. Старцева О.А., Авакумова Н.Н. Институциональные предпосылки развития регионов. – [Электронный ресурс. Код доступа: <http://sun.tsu.ru/mminfo/000063105/319/image/319-157.pdf>].

**Таблица – Соглашения Российской Федерации в сотрудничестве в трансграничных бассейнах Азиатской России [1]**

Название соглашения	Сфера применения	Речной бассейн	Область применения	Страны, подписавшие соглашения и / или являющиеся его Сторонами	Дата и место подписания
Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов <sup>1</sup>	охрана водных ресурсов, водоснабжение, ирригация, паводки, регулирование	Обь, Урал, Волга	все поверхностные и подземные воды, образующие или пересекающие границу между двумя государствами, включая трансграничные воды в бассейнах рек Ишим, Иртыш, Урал, Тобол и Волга (восточная часть дельты)	Российская Федерация, Казахстан	27.08.1992 в г. Оренбург, тогда же вступило в силу
Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек	охрана водных ресурсов	Черный Иртыш (Иртыш), Или	все поверхностные воды, образующие или пересекающие границу между двумя государствами, включая реки Черный Иртыш (Иртыш) и Или	Казахстан, Китай	12.09.2001 в г. Астана
Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Монголии по охране и использованию трансграничных вод	охрана водных ресурсов	Амур, Енисей, Озеро Байкал	все поверхностные воды, образующие или пересекающие границу между двумя государствами, включая реки Онон, Селенга и реки, впадающие в реку Енисей	Российская Федерация, Монголия	11.02.1995 в г. Улан-Батор

<sup>1</sup> Протокольное Решение о пролонгации Соглашения, которое подписано в г. Павлодар 26.06.1997.

## **ПРИРОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ И РИСКОВ В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ ИРТЫШ**

*С.Г. Платонова, В.В. Скрипко*

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул,  
platonova@mail.ru*

## **NATURAL PREREQUISITES OF ECOLOGICAL HAZARD AND RISK FOR TRANSBOUNDARY BASIN OF IRTYSH RIVER**

*S.G. Platonova, V.V. Skripko*

*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul*

*Рассматриваются природные предпосылки экологических опасностей и рисков в трансграничном бассейне реки Иртыш и алгоритм их оценки. Алгоритм исследования рисков включал анализ природных опасностей для различных ландшафтных условий бассейна Иртыша, а также анализ сложившихся систем природопользования и их воздействие на природную среду.*

*In article natural prerequisites of ecological hazard and risk for transboundary basin of Irtysh River and the algorithm of risk study are considered. The algorithm of risk study included natural hazards for different landscape environments of the Irtysh basin as well as the analysis of existed systems of nature management and their influence on the environment.*

Формирование на юге азиатской части России новых государственных границ привело к существенным изменениям эколого-географической ситуации в приграничных районах. Достаточно сложные природные условия и проблемы, определяемые несогласованностью политики водопользования приграничных субъектов разных стран, определили интерес к проблеме исследования рисков транграничных бассейнов. Типичными в этом отношении является бассейн реки Иртыш, расположенный в пределах России, Казахстана и Китая.

Исследование рисков включает несколько аспектов, к важнейшим из которых относится оценка ландшафтных условий, природных геодинамических процессов и опасности их проявления, а также анализ сложившихся систем природопользования и их воздействия на природную среду.

Ландшафтные условия изучаемого трансграничного бассейна отличаются большим разнообразием. Иртыш пересекает несколько зональных областей. На разных своих участках долина расположена в пределах равнинных районов Западно-Сибирской физико-географической страны, зауральской возвышенной равнины Уральской горной страны со

степными и лесостепными ландшафтами; Центрально-Казахстанской физико-географической страны со степными и полупустынными ландшафтами Казахского мелкосопочника, Тургайского плато, а также низко, среднегорной и высокогорных районов Алтае-Саянской горной страны (в пределах Алтайской и Иртыш-Зайсанской областей с преобладающими таёжными и остепнёнными лесо-луговыми, степными ландшафтами).

Для отдельных провинций и подпровинций в пределах исследуемой трансграничной территории выделены комплексы ведущих видов опасных геодинамических процессов, которые относятся к экзогенному и эндогенному типам, проявляющихся на общем фоне комплексов процессов температурного типа (опустынивания и др.). Среди ведущих экзогенных видов установлены следующие: такырообразование; процессы, обусловленные деятельностью поверхностных вод (эрозия речная, овражная), подземных вод (заболачивание, суффозия на склонах, засоление грунтов); склоновые (обвалы, оползни, лавины, сели, солифлюкция); эоловые (движение песков, дефляция); гипергенного литогенеза (просадки, вторичное засоление грунтов); криогенные (термокарст, курумы); а среди эндогенных – землетрясения.

Проявление комплексов геодинамических процессов температурного, эндогенного и экзогенного типов рассмотрено на основе инженерно-геологического районирования [1]. Оценка опасности геодинамических процессов сделана с использованием полуколичественных показателей «интенсивность» (отдельно для каждого процесса) и «совокупный балл опасности». Интенсивность для землетрясений определялась на основе комплекта карт ОСР-97 по шкале MSK-64: сильные (7 баллов), очень сильные (8 баллов), разрушительные (9 баллов); для процессов экзогенного типа – по показателям, приведённым в таблице 1.

По интенсивности проявления комплекса различных видов процессов и их «совокупной опасности», определяемой как сумма баллов процессов высокой интенсивности в пределах трансграничных бассейнов Иртыша, Ишима, Тобола установлены 4 группы геодинамических процессов по степени опасности: низкая (22-25 баллов), средняя (26-32), повышенная (34-39) и высокая (44-55 балла). В результате ранжирования трансграничной территории по степени опасности выделены следующие группы районов.

*Районы с низкой степенью совокупной опасности (20-25 баллов):* степные и лесостепные равнинные районы Западно-Сибирской ФГС, степные и полупустынные ландшафты мелкосопочника Центрального Казахстана и низкогорья Зайсан-Иртышского района. Комплексы процессов (интенсивность для каждого вида процесса): сейсмичность – 5-6 баллов; экзогенные: овражная эрозия – средняя интенсивность, суффозионно-просадочные явления, эоловые – высокая, засоление грунтов – средняя, высокая.

**Таблица 1 – Интенсивность ведущих экзогенных геологических процессов и явлений [1-5]**

Показатели	Показатели интенсивности проявления процесса, баллы				
	1	2	3	4	5
<i>Эрозионная расчленённость:</i>					
общая – густота, км/км <sup>2</sup>	0-1	0-1,4	0,2-2,8	0,4-3,4	–
овражная – густота, км/км <sup>2</sup>	<0,01	0,01-0,1	0,1-0,2	0,2-0,6	до 1
плотность, овр./км	<0,02	0,02-0,1	0,1-0,26	0,25-1,0	до 1,5
<i>Берега, разрушаемые эрозией, м/год</i>	<1	1-5	6-15	16-24	≥25
<i>Заболоченность территории, га (%)</i>	(<1)	(1-10)	<5000 (10-40)	>5000 (40)	>5000 (70-75)
<i>Заозеренность, %</i>	<2,5	2,5-10	10-20	>20	–
<i>Длительные наводки:</i>					
затопление поймы, %	<20	20-40	40-60	60-90	>90
повторяемость, годы	2-3	3-10	10-20	20-50	>50
<i>Суффозионно-просадочные явления, %</i>	2-10	30-40	50-60	60-70	–
<i>Оползни линейные, %</i>	<1	1-9	10-24	25-50	50

*Районы со средней степенью совокупной опасности (26-32 баллов):* степные и лесостепные равнинные районы Западно-Сибирской ФГС, зауральская равнина плоско-бугристая со степными ландшафтами Уральской горной страны. Сейсмичность – 5 баллов; оврагообразование, плоскостной смыв – среднее, высокое, эоловые – высокая, засоление, просадки – высокая. Степные и полупустынные территории мелкосопочника и низкогорий на Казахском щите в пределах ФГС Центрального Казахстана. Сейсмичность – 5 баллов, образование такыров – высокое, плоскостной смыв – средний, высокий, эоловые – высокая, засоление – высокое.

*Районы с повышенной степенью совокупной опасности (34-39 балла):* долины рек Иртыша, Ишима, Тобола. Сейсмичность – 5-6 баллов, в Зайсанской впадине до 8 баллов. В долинах рек интенсивно протекают процессы боковой эрозии (высокая, в долине Иртыша – район пос. Прапорщиково – до 20 м в год), заболачивание поймы, суффозионный вынос материала на склонах (высокая), оползни и обвалы, овражная эрозия на склонах (средняя, высокая), засоление грунтов (средняя).

Окаймляющая предгорная аллювиально-пролювиальная равнина Зайсанской впадины. Сейсмичность – 8 баллов, боковая речная – высокая, оползни – средняя, эоловые – высокая, засоление грунтов – высокое.

Тургайский регион. Сейсмичность – 5 баллов. В условиях аридного климата наиболее существенными являются процессы образования такыров (высокие), овражная эрозия (средняя), эоловые (высокая), суффозионно-просадочные явления, засоление грунтов (средняя, высокая).

*Районы со высокой степенью совокупной опасности (42-55 баллов):* горные районы Алтая с таёжными и лесо-луговыми остепнёнными ландшафтами и горного окружения Зайсанской впадины со степными, лесо-луговыми остепнёнными ландшафтами. Сейсмичность – до 9 баллов, склоновые: обвалы, оползни, лавины, сели – средняя, высокая, курумы, ледники, термокарст, бугры пучения, наледи – высокая, эрозионная деятельность рек – высокая.

Иртыш-Зайсанский район. Сейсмичность – до 8 баллов, боковая, донная эрозия, абразия, заболачивание – высокие, оползни – средняя, эоловые процессы – высокая, засоление грунтов – высокое.

На основе совокупной опасности геодинамических процессов проведена оценка природных рисков приграничных территорий в трансграничных бассейнах. Разработана карта-схема природных рисков, на которой трансграничная территория названных бассейнов ранжирована по 4 степеням риска: высокий (IV), повышенный (III), средний (II), низкий (I) в зависимости от степени опасности комплекса ведущих типов геодинамических процессов, а также плотности населения (3 – низкая 0,2-1,0 чел/км<sup>2</sup>; 4 – пониженная 1,1-5,0 чел/км<sup>2</sup>; 5 – 5,1-10,0 средняя чел/км<sup>2</sup>; 6 – повышенная 10,1-25,0 чел/км<sup>2</sup>).

*Работа выполнена при финансовой поддержке партнерского интеграционного проекта СО – УрО – ДВО РАН № 23.*

### **Литература**

1. Инженерная геология СССР. Западно-Сибирская и Туранская плиты. Кн. 1 Западно-Сибирская низменность / Герасимова А.С., Ершова С.Б., Захаров Ю.Ф. и др. – М.: Недра, 1990. – 330 с.
2. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / Под общей ред. С.К. Шойгу. – М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005. – 269 с.
3. Болота Западной Сибири, их строение и гидрологический режим / Под ред. К.Е. Иванова, С.М. Новикова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 447 с.
4. Карта районирования территории России по степени экстремальности развития эколого-геоморфологических ситуаций. М-б 1: 9000000. – М., ИГ РАН, 2006.
5. Экзогеодинамика Западно-Сибирской плиты (пространственно-временные закономерности) / Под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 288 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ НА ТРАНСГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И МОНГОЛИИ (БАССЕЙН Р. ОНОН)**

*В.М. Плюснин, И.А. Белозерцева, В.Б. Выркин, А.И. Шеховцов  
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, plyusnin@irigs.irk.ru*

## **SOME ENVIRONMENTAL ISSUES CONCERNING THE TRANSBOUNDARY TERRITORY OF RUSSIA AND MONGOLIA (ONON RIVER BASIN)**

*V.M. Plyusnin, I.A. Belozertseva, V.B. Vyrkin, A.I. Shekhovtsov  
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, plyusnin@irigs.irk.ru*

*We examine the characteristic features of the relief, surface waters, soils, vegetation and landscapes within the Onon river basin. An assessment is made of the present status of natural environment. Environmental problems faced by the region are revealed.*

*Рассмотрены особенности рельефа, поверхностных вод, почв, растительности и ландшафтов бассейна р. Онон. Дана оценка состояния природной среды и выявлены экологические проблемы региона.*

The Onon river is 1032 km in length (with 298 km corresponding to the territory of Mongolia), and the area of its drainage basin is 96 200 km<sup>2</sup>. The river originates in Mongolia at the eastern slope of the Khentii Mountains at the junction of the Khentiin-Nuruu and Ikh-Khentii mountain ranges on the territory of the Khan-Khentii-Nuruu National park; it flows on the Khentii-Chikoi Plateau (with islands in its channel); its lower reaches are between the Mogotui and Borshchovochny mountain ranges. At the confluence with the Ingoda, it produces the Shilka river. Within Zabaikalsky krai there is a broad floodplain of the Onon river. Its main tributaries are the Khurkh, Borzya and Unda (right), and the Baldzh-Gol, Agutsa, Kyra, Ilya and Aga (left) (Fig.).

The main distinguishing feature of the climate across the territory is its sharp sentimentality. The unfavorable phenomena that cause damage to agriculture include frosts, draught, snowfall, dry wind, hail, floods, strong winds, and low and high temperatures.

In the physical-geographical regionalization scheme, the territory of the Onon river basin is at the junction of the two subcontinents of Northern and Central Asia [2]. The southern and middle parts of the basin refer to the Onon-Khentii depression-mountain taiga province of the Southern-Siberian mountainous region, the northeastern part belongs in the Upper-Amur steppized-mountain taiga province of the Baikal-Dzhugdza mountain-taiga region of the North-Asian continent, and the eastern part refers to the Onon-Argun (Eastern-Mongolian) mountain-steppe and elevated plains of the Central-Asian subcontinent. The relief and climate of the territory, and the specific character of their combinations

predetermined the characteristic features of the region's landscape structure. It is typified by a rich landscape diversity produced by a unique combination of mountain-taiga, mountain-steppe and steppe geosystems of the North-Asian and Central-Asian types.

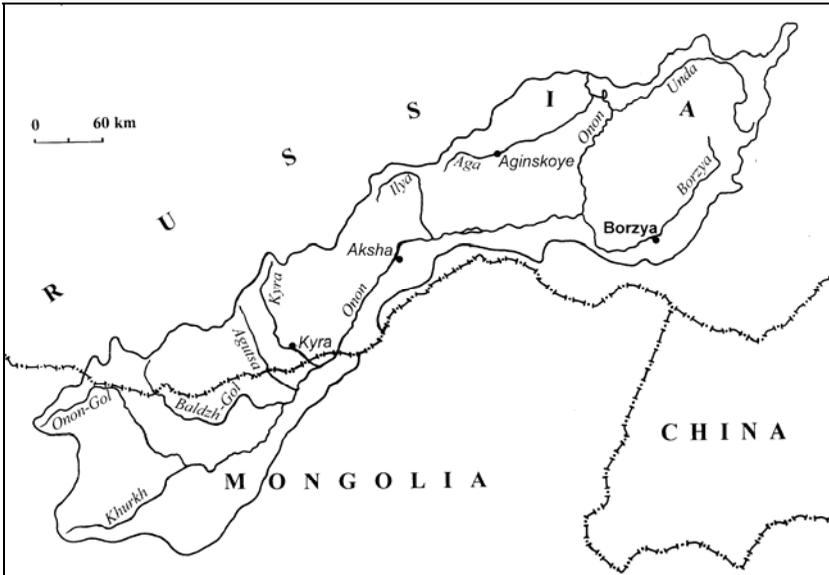


Fig. Onon river basin

A part of the territory of the Onon river basin is included in the Sokhondinsky State Nature Biosphere Reserve (Zapovednik). The protected drainage basin of the Onon river is given the name Onon Dauria in order to distinguish it from Argun Dauria and Ingoda Dauria. Three portions of the Khentii-Chikoi Plateau form part of Onon Dauria, Ingoda Dauria and Selenga Dauria. The plant kingdom of Onon Dauria is typified by a great diversity. The zapovednik's territory includes the goletz belt and the forest belt of the Khentii Mountains. There are neither mountain steppe-prairies nor Daurian chaparral in the Sokhondinsky State Nature Biosphere Reserve. According to A.V. Galanin and A.V. Belikovich [1], the Daurian prairie is a peculiar kind of forb and forb-grass Mongolian steppes which are grouped with a special type of vegetation. The authors just cited identified yet another (new for science) type of plant communities which they termed kharganat, or Daurian chaparral. Kharganat is a highly peculiar kind of tree-shrub vegetation comprising xerophytic (dry-loving) tree and shrub species of plants with the inclusion of steppe grasses.

The subalpine belt begins at altitudes higher than 2100 m above the sea level, in which open stands of Siberian stone pine and larch alternate with dwarf mountain pine overgrowth and luxuriant nival meadows in small areas. In the

vicinities to the southeastern limit of the geographical distribution of dwarf mountain pine there occur Siberian spruce, Siberian fir and bilberries which inhabit the subalpine belt and the upper part of the forest belt. In the forest-steppe belt (the belt of exposed steppe) there occur many plant species characterized here by the western limit of distribution. They include Siberian apricot, elms, lily of the valley species (*Convallaria keiskei*), and others. The northern and northwestern slopes of the mountains at the outcrops of granites and granite gneisses are most often clad in pine forests, whereas larch forests cover the areas at the outcrops of clay shales on the slopes of the same aspect.

At altitudes of 1500–2000 m above the sea level, the upper forest belt is formed by Siberian stone pine together with Daurian larch; Siberian stone pine disappears at lower altitudes. At 700–1500 m above the sea level, the near-northern slopes of the mountains are most often clad in larch, pine, birch, aspen and mixed forests, often with undergrowth of Daurian rhododendron. True feather-grass steppes occur rarely in Onon Dauria. They tend to occur at high sandy above-floodplain terraces of the Onon. They do not form part of the territory of the zapovednik.

A part of the tract of the Onon river valley was plowed up for cultivation of grain crops, but this area is abandoned today and used as pasture. Traditionally, pastoral livestock husbandry includes sheep, horses and cows. Pasture lands are represented by areas with a moderate and strong degree of disturbance of steppe landscapes because of their low resistance. Steppes are comprised of feather-grass-fescue-wormwood vegetation. The soil cover of pasture lands is largely represented by chernozem (about 33%) and chestnut soils (37%). Chestnut soils occur more widely in the Aginsky district (63%). The thickest layers of characteristic chernozems occur in the Mogotuisky district, more than 60%. The region's soils are highly sensitive to anthropogenic impact because of their shallow layers, detrital character, light granulometric composition and shallow occurrence of permafrost. Unregulated utilization of grasslands as pastures with an excessive pasture load (more than 4 head/ha) may well lead to dramatic disturbances to the structure and productivity of plant communities, mechanical destruction of sod cover, erosion and compaction of the upper horizon of soils, and microterracing of slopes to the extent of the formation of barren sand soils.

The Onon river basin is home to relict, endemic and narrow-areal, directly threatened species of vegetation in small populations, such as an onion species, namely *Allium neriniflorum*. This species is in need of the protection of its habitats. Overgrazing must be excluded, and gathering of this species must be prohibited.

In 2011, forest fires affected most of the forested territory within the Onon river basin. Forest fires are an important agent having influence upon the formation and development of forest ecosystems. With a multiple recurrence of forest fires, when forest litter and the humus horizon are heavily burnt, there are taking place an enhancement in soil turfness, a lowering of the level of frozen ground, and an intensification of erosion processes. Destruction of the canopy layer leads to swamping. Steppization processes are observed in forest-steppe landscapes

following complete burning of woody vegetation. Under the effect of forest fires there occurs a decrease in acidity of the upper horizons of soils due to the fact that they are enriched with alkaline-earth and alkaline elements arriving from ash of the burnt biota. According to findings reported by V.Ya. Obyazov [3], humans are the primary source of forest fires in Transbaikalia. The fire-hazardous situation is aggravated by strong winds during the spring-summer period, and by the predominance of forests with readily inflammable undergrowth and forest litter.

From Russia, the Ashinga river (the left tributary of the Onon-Gol river) transports to the territory of Mongolia turbid flows of drainage waters produced by the activity of the “Baldzha” artel specializing in gold mining (Kyrinsky district of Transbaikalia). Nowadays, the artel members are tripping and grinding tens of kilometers of river valleys leave behind them in the place of a living spring “rock gardens”, with heaps of gravels many meters long, and the rivers are becoming separated into a network of ditches. Officially, the artel’s annual output of gold amounts to 500 kg. For 20 years of the artel’s operation, 70% of the rivers in the Kyrinsky district have been transformed beyond recognition. Road building involves destruction of valuable Siberian stone pine forests. The “Baldzha” artel regularly pays fees for cutting down forests and for river pollution. But the amount of such fees is several times less than the actual cost of environmental measures.

In 2010, Russia assumed commitments not to pollute the Onon river and confirmed its intention to protect the rivers in collaboration with Mongolia. During the last two years, 70–80% of licenses have already been withdrawn from the ore mining and processing enterprises. In 2011, however, turbid flows of drainage waters continued to flow toward Mongolia on the Arshinga and from the mine in the upper reaches of the Baldzha river (Baldzh-Gol river). The artels were granted for development and exploitation the territory of the plain of the Kirkun river (the left tributary of the Baldzh-Gol), one of the major rivers within the Onon basin, flowing to Mongolia.

## References

1. Galanin A.V. and Belikovich A.V. The East-Asian Humid and Asian-North American Arid Botanical-Geographical Arc (Dynamics of Flora and Vegetation). – Vladivostok, 2012. – <http://geobotany.narod.ru>.
2. Mikheyev V.S. and Ryashin V.A. Physical-geographical regionalization (1:8 000 000 insert map). In: Landscapes of the South of East Siberia (1:1 500 000 Map). – Moscow: GUGK, 1977.
3. Obyazov V.A. Forest fire hazard in Transbaikalia in conditions of a changing climate // Ecological Risk and Ecological Safety. Proc. 3rd All-Russian Conf. With Intern. Participation. Vol. 1. – Irkutsk: IG SO RAN. – P. 244-246.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БАССЕЙНА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ АРГУНЬ

*А.Б. Птицын, Г.Ц. Цыбекмитова, М.Ц. Итигилова*

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита*

## ECOLOGICAL PROBLEMS OF POOL TRANSBOUNDARY ARGUN RIVER

*A.B. Ptitsyn, G.T. Tsybekmitova, M.T. Itigilova*

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita*

*inrec.sbras@mail.ru*

*Происходящие климатические изменения приводят к трансформации гидрологического режима реки с его экологическими последствиями. Усугубляется данный процесс факторами антропогенного воздействия, связанными с развитием горнодобывающих предприятий, объектов энергетики, формированием водохранилищ в бассейне р. Аргунь-Хайлар. Складывающаяся экологическая ситуация создает реальную угрозу для экосистемы реки и его бассейна, а также жизни и здоровью населения, использующего речную воду для хозяйственно-питьевых нужд.*

*Occurring climatic changes result in transformation of a hydrological mode of the river with its ecological consequences. The given process by factors of the anthropogenesis influence connected to development of the mining enterprises, objects of power, with formation of water basins in pool is aggravated Argun-Chailar. The developing ecological situation creates real threat for the rivers ecosystems and its pool, and also life and to health of the population, using river water for economic – drinking needs.*

Река Аргунь является правой составляющей р. Амур и относится к верхнеамурскому бассейну. Она берет начало на западном склоне хребта Большой Хинган. Верхнее течение реки Аргуни – Хайлар находится на территории Китая. Общая длина Аргуни-Хайлара 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>. Отмечается сезонная и годовая неравномерность водного стока. Средний годовой расход воды составляет 336 м<sup>3</sup>/сек. в пределах России – 139,4 м<sup>3</sup>/сек; на территории Китая – 196,6 м<sup>3</sup>/сек. В административных границах Забайкальского края формируется 70% стока Аргуни, в том числе 19,6% поступает на территорию края из Китая [1]. Модульные коэффициенты стока 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>). Водный режим Аргуни характеризуется выраженным естественным многолетним колебанием водности [2].

Водосборный бассейн р. Аргунь в пределах Российской Федерации проходит по территории семи административных районов Забайкальского

края и по разным ландшафтно-климатическим зонам (степной, лесостепной, горно-таежный). Географические координаты водотоков и водоемов бассейна р. Аргунь соответствуют от 116°20' до 120°15' в.д. и 49°32' до 52° 57' с.ш. В пределах бассейна имеются различные виды природных ресурсов таких, как топливно-энергетические (уголь, гидроэнергетические), месторождения цветных, редких и благородных металлов, земельных, лесных, водных, рекреационных и др. Минерально-сырьевой потенциал бассейна в пределах Российской Федерации имеет более 300-летнюю историю его освоения. Хотя средняя плотность населения РФ в данном бассейне экологически благоприятна и колеблется от 0,8 до 2,8 чел./км<sup>2</sup>, эти территории испытывают и основной антропогенный пресс (табл.).

**Таблица – Природно-ресурсная характеристика и степень трансформации водных экосистем бассейна р. Аргунь (Забайкальский край)**

Основные водотоки в пределах РФ	Тип ландшафта	Природные ресурсы	Преобладающий тип хозяйственного использования	Характер современной трансформации
Аргунь (верхний)	степной	аграрные, транспортные	сельскохозяйственный, транзитный	средний
Урулюнгуй	степной	аграрные, минерально-сырьевые	сельскохозяйственный	средний/сильный
Аргунь (средний)	лесо-степной	аграрные, минерально-сырьевые	горнорудный, сельскохозяйственный	средний/сильный
Средняя Борзя	лесо-степной	минерально-сырьевые, аграрные	горнорудный, сельскохозяйственный	сильный
Уров	лесо-степной	минерально-сырьевые, аграрные	сельскохозяйственный, горнорудный	средний
Урумкан	горно-таежный	лесные, минерально-сырьевые	лесопользование, горнорудный, рыболовство	слабый
Будюмкан	горно-таежный	лесные, минерально-сырьевые	лесопользование, горнорудный, рыболовство, охотпользование	слабый
Газимур	горно-таежный	лесные, минерально-сырьевые	лесопользование, горнорудный	слабый

Бассейн р. Аргунь представляет собой единую географическую и экологическую систему трансграничного объекта, охватывающую территории России и Китая. Достаточная протяженность р. Аргунь с юга на северо-восток обуславливает неоднородность природно-климатических

условий, экономического развития, плотности населения. Отсюда возникают и ряд трансграничных экологических проблем и их последствий в бассейне.

1. Изменение гидрологического режима реки, связанное с климатическими факторами [3]. Данный процесс усугубляется и антропогенным влиянием, связанным со строительством берегоукрепительных дамб и канала для переброски вод р. Хайлар (верховья р. Аргунь, префектура Хулунбуир, КНР) в озеро Далай-нор. В водосборном бассейне оз. Далай-нор планируется строительство ряда водохранилищ для водоснабжения промышленных предприятий (медно-молибденовый рудник Вумугетушань, месторождения Даень, угольных электростанций и др.). Среднегодовой сток р. Аргунь на границе Россия-Китай достигает около  $3,5 \text{ км}^3/\text{год}$  при умеренном климате, а в засушливые годы –  $1,5 \text{ км}^3/\text{год}$ . По проекту переброски планируется водозабор в пределах  $1,05 \text{ км}^3/\text{год}$ , что составляет  $2/3$  от современного состояния стока р. Хайлар (Аргунь) с территории КНР [4].

Такое природно-антропогенное влияние приведет к изменению ареалов распространения прибрежных видов; биологического разнообразия и пищевых цепей, качества воды и процессов накопления отложений; повышению интенсивности береговых процессов, изменению площади водно-болотных угодий. В многолетний засушливый период, с 2000 по 2009 гг. (климатический цикл продолжительностью в среднем 30 лет) пересохло приблизительно 95% водно-болотных угодий данной территории [5-6].

2. Проблемы качественного водоснабжения приграничных районов. Данная проблема обусловлена природными и социально-экономическими условиями, которые осложняются увеличением водоотбора речных вод в сопредельных районах Китая. В пределах Забайкальского края в бассейне реки Аргунь за 2009 г. забор воды составил  $38,92 \text{ млн. м}^3$ , в том числе из поверхностных источников –  $5,99 \text{ млн. м}^3$ , из подземных –  $32,93 \text{ млн. м}^3$ , сброс сточных вод в поверхностные водные объекты –  $12,97 \text{ млн. м}^3$ , из них загрязненных –  $1,95 \text{ млн. м}^3$ , нормативно чистых –  $1,49 \text{ млн. м}^3$ , нормативно очищенных –  $9,53 \text{ млн. м}^3$ . Главными водопользователями являются предприятия горнорудной промышленности, железной дороги, ЖКХ, сельское хозяйство и др. [7].

3. Ухудшение состояния водных ресурсов р. Аргунь, обусловленное загрязнением. Гидрохимические стационарные наблюдения проводит ГУ «Читинский ЦГМС-Р» на четырех пунктах р. Аргунь и на 1 пункте р. Урулюнгуй (0,3 км выше с. Маргусек). Два пункта наблюдений находятся в пос. Молоканка (р. Аргунь и протока Прорва), по одному пункту в селах Кути и Олочи. Таким образом, постоянным наблюдением за состоянием р. Аргунь охватывается только нижнее и среднее течение реки.

В зимне-весеннее время на р. Аргунь наблюдается глубокий дефицит кислорода (от  $1,06$  до  $2,82 \text{ мг/дм}^3$  – 8-20% насыщения). Данный период характеризуется высоким содержанием марганца в р. Аргунь от  $863 \text{ мкг/дм}^3$  до  $1631 \text{ мкг/дм}^3$ , что составляет от 86 до 163 ПДК. Характерными

загрязняющими веществами вод р. Аргунь в разные периоды являются трудноокисляемые (ХПК) и легкоокисляемые (БПК<sub>5</sub>) органические вещества, взвешенные вещества, железо общее, соединения меди и цинка, нефтепродукты, летучие фенолы [8].

По сведениям отдела водных ресурсов по Забайкальскому краю Амурского бассейнового водного управления в августе 2010 г. в результате проведения совместного российско-китайского мониторинга состояния р. Аргунь отмечено экстремально высокое загрязнение вод по содержанию соединений ртути, доходящие до 6 ПДК (0,00006 мг/дм<sup>3</sup>) в районе пос. Молоканка и 4 ПДК (0,00004 мг/дм<sup>3</sup>) в районе с. Олочи [9].

4. Воздействие на биологическое разнообразие – наличие чужеродных видов. В настоящее время отмечаются в бассейне р. Аргунь биологические инвазии. Отмечено проникновение теплолюбивого вида головешки-ротана (*Percottus glenii Dybowskii*, 1877) и экзотического для нашего региона – китайского краба (*Eriocheir sinensis*) [10]. Исходное местообитание ротана – пресные воды на северо-востоке полуострова Корея, Северного Китая и Приморья, он обычен в нижнем течении Амура, его притоках (Сунгари, Уссури) и оз. Ханка.

Экспедиционные исследования, проведенные нами в 2006 году по Аргуни, показали, что с конца 90-х годов ротан расселился по всему бассейну р. Аргунь, включая крупные притоки и водотоки полугорного типа: Газимур, Будюмкан, Урюмкан (в основном приустьевые участки), Среднюю и Верхнюю Борзю (наиболее нарушенные водотоки), Краснокаменское водохранилище (искусственно созданный водоем), небольшие притоки с замедленным течением. Также он широко расселился по самой Аргуни, осваивая различные биотопы. Таким образом, сформировался Верхнеамурский очаг расселения ротана.

Анализ пищевого спектра ротана показал, что основу пищи в исследуемых водотоках составляют веснянки и поденки, что способствует значительной конкуренции с ценными лососевыми рыбами (ленок, таймень). Кроме этого он способен потреблять икру и молодь данных видов рыб. Факт такого расселения ротана в водных экосистемах бассейна реки Аргунь, является индикатором нарушенности экосистем [11].

5. Процесс опустынивания, экологические последствия которого вызывают серьезные экономические и социальные проблемы. Участки с семиаридными и сухими субгумидными климатическими условиями в Забайкалье занимают степные и лесостепные ландшафты. Наиболее засушливые территории расположены на юго-востоке территории (среднепогодный индекс аридности составляет по метеостанция Забайкальск – 0,34). Здесь распространены все восемь типов опустынивания [12]. Происходит трансформация естественного растительного покрова за счет процессов природно-техногенного воздействия: пожары, сельскохозяйственное производство, лесопользование, горнорудная промышленность и др.

Коренными причинами вышеперечисленных экологических проблем являются следующие.

1. Исторически сложившееся ресурсное направление социально-экономического развития территории. Экстенсивный подход к использованию природных ресурсов наряду с игнорированием основных закономерностей функционирования природных ландшафтов привел к возникновению значительных, нередко слабо компенсирующихся, а иногда и необратимых изменений наземных и водных экосистем в пределах бассейна. Значительная часть запасов полезных ископаемых Забайкальского края сосредоточена в бассейне реки Аргунь, что обусловило развитие горнодобывающих отраслей, которые вносят значительный вклад в образование отходов и загрязнению атмосферы, почв, поверхностных и подземных вод на территории бассейна.

2. Недостаточный учет факторов устойчивого развития при планировании социально-экономического развития территории при процессе перехода к рыночной экономике. Переход от централизованного планирования и управления экономикой к рыночным отношениям и принципам хозяйствования сопровождался резким снижением уровня жизни населения, его расслоением в зависимости от получаемых доходов. Неопределенность условий, в которых осуществлялся переход к рыночной экономике, привели к формированию природопользования, которое основывалось на принципах сиюминутной выгоды, что не дало возможности уделять должное внимание природоохранным вопросам.

3. Недостаточное осознание ценностей окружающей природной среды. Отсутствие должного внимания по отношению к состоянию окружающей среды и ее экономической ценности привело к существующей ситуации, которая характеризуется низким уровнем осведомленности государственных структур и гражданского общества о последствиях деградации окружающей среды, а также отсутствием должной мотивации к осуществлению мероприятий по охране окружающей среды.

Социально-экономическими последствиями вышеуказанных причин являются: ограниченные капитальные инвестиции в природоохранные мероприятия; отсутствие стимулов к внедрению ресурсо- и энергосберегающих технологий; неэффективные эколого-экономические инструменты регулирования; недостаточный уровень внедрения экологического мониторинга и стационарных пунктов наблюдений, оснащенных современными средствами измерения; недостаточный контроль над соблюдением природоохранных нормативно-правовых актов.

Таким образом, устойчивое состояние экосистем бассейна р. Аргунь имеет социальное и экономическое значение. Происходящие климатические изменения приводят к трансформации гидрологического режима реки, следствием которого являются изменения ареалов распространения прибрежных видов, видового разнообразия ихтиофауны, качества воды, площади водно-болотных угодий, процессов накопления отложений,

повышение интенсивности береговых процессов и т.д. Кроме этого, изменению гидрологического режима поверхностных вод способствуют факторы антропогенного воздействия, связанные с забором воды из поверхностных и подземных источников в связи с развитием горнодобывающих предприятий, объектов энергетики, формированием водохранилищ в бассейне р. Аргунь-Хайлар. Складывающаяся в результате этого экологическая ситуация создает реальную угрозу для экосистемы реки, а также жизни и здоровью жителей населенных пунктов, расположенных в бассейне, использующих речную воду для хозяйственно-питьевых нужд.

*Работа выполнена при финансовой поддержке партнерского интеграционного проекта СО – УрО – ДВО РАН № 23.*

### **Литература**

1. Чечель А.П. Водные ресурсы Читинской области (экономико-географический анализ). – Новосибирск: Наука, 1985. – 96 с.
2. Вотях О.А., Задорожный В.Ф., Недешев А.А., Чечель А.П. Освоение природных ресурсов и геэкологические проблемы (на примере Читинской области) // Записки Забайкальского филиала Географического общества России. – Вып. 126. – Чита, 1992. – С. 7.
3. 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: материалы международной конференции (Чита, 29-31 октября 2007 г.) – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2007. – С. 247-250.
4. Симонов Е.А. Значение проблемы переброски части стока р. Хайлар/Аргунь в озеро Далай для становления международных отношений в области водного хозяйства и охраны вод // Природоохранное сотрудничество Читинской области (Российская Федерация) и автономного района Внутренняя Монголия (КНР) в трансграничных экологических регионах. Матер. междунар. конф., 29-31 октября 2007 г. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2007. – С. 272-278.
5. Горощко О.А. Влияние многолетних климатических циклов на орнитокомплексы Даурии // Геэкологические, экономические и социальные проблемы природопользования. Матер. науч. конф., 27-30 сентября 2011 г. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ. – С. 140-142.
6. Зима Ю.В. Руслоформирующие процессы реки Аргунь // Природоохранное сотрудничество Читинской области (Российская Федерация) и автономного района Внутренняя Монголия (КНР) в трансграничных экологических регионах. Матер. междунар. конф., 29-31 октября 2007 г. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2007. – С. 129-132.
7. Абакумова В.Ю. Проблемы водоснабжения некоторых приграничных районов Забайкальского края // Социально-эколого-экономические проблемы развития приграничных регионов России-Китая-Монголии. Матер. научн.-практ. конф. – Чита: Экспресс-изд-во, 2010. – С. 5-8.
8. Цыбекмитова Г.Ц. Качество воды р. Аргунь // Социально-эколого-экономические проблемы развития приграничных регионов России-Китая-Монголии. Матер. научн.-практ. конф. – Чита: Экспресс-изд-во, 2010. – С. 86-90.

9. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2010 г. – Чита: Экспресс-издательство, 2011. – 196 с.
10. Михеев И.Е. Биологическое загрязнение трансграничных водоемов // Социально-эколого-экономические проблемы развития приграничных регионов России-Китая-Монголии. Матер. научн.-практ. конф. – Чита: Экспресс-изд-во, 2010. – С. 71-72.
11. Горлачева Е.П., Афонин А.В. О современном ареале ротана в Верхнеамурском бассейне // Вопросы ихтиологии. – 2007. – № 5. – С. 710-711.
12. Абидуева Т.И., Волошин А.Л., Мальчикова И.Ю., Гармаева А.М., Лубсанов А.А. Процессы опустынивания Забайкалья // Теория и практика рационального природопользования. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2001. – С. 67-74.

## **ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ УРАЛ**

*Ж.Т. Сивохип*

*Институт степи УрО РАН*

## **TERRITORIAL ANALYSIS OF EXTREME HYDROLOGICAL SITUATIONS WITHIN TRANSBOUNDARY URAL BASIN**

*Zh.T. Sivokhip*

*Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia*

*Проводится краткий территориальный анализ экстремальных гидрологических ситуаций в трансграничном бассейне реки Урал. Отдельное внимание уделяется такому экстремальному гидрологическому явлению на степных реках, как половодье. Отмечается, что интенсивность весеннего половодья определяется географическими различиями отдельных участков бассейна и степенью антропогенного воздействия.*

*In the article the short territorial analysis of extreme hydrological situations within transboundary Ural basin is carried out. The special attention is given to such extreme hydrological phenomenon on the steppe rivers as a high water. It is noted that intensity of a spring high water is defined by geographical distinctions of separate sites of the basin and extent of anthropogenous influence.*

Ландшафтно-гидрологическая специфика трансграничного бассейна р. Урал в сочетании с интенсивным хозяйственным освоением территории определяет значительную трансформацию водного режима на всем

протяжении реки. Распределение нормы стока соответствует в основном изменению климатических факторов и характеризуется общим убыванием его объема с севера на юг в связи с уменьшением количества осадков и увеличением испаряемости. Для реки характерны резкие колебания стока: амплитуда колебаний суммарного годового стока достигает 20 раз в сочетании с неравномерным распределением в течение одного года и резкие подъемы уровня реки, связанные с совпадением пика таяния спаренных левых и правых, северных и южных притоков. Весь поверхностный сток реки формируется в российской части трансграничного бассейна, в верхнем и среднем течении, а на территории Казахстана (ниже г. Уральска) река не принимает ни одного притока, теряя на пути к Каспийскому морю около 20% суммарного стока [1].

Отмеченная природная специфика в сочетании с социально-экономическими факторами обуславливает развитие экстремальных гидрологических ситуаций (ЭГС) [2] в пределах трансграничного бассейна, отличающиеся региональными особенностями и интенсивностью проявления. К основным проявлениям ЭГС в трансграничном бассейне р. Урал следует отнести многоводье, маловодье, экстремальное изменение качества природных вод, активизация русловых процессов и др.

Степная зона Северной Евразии, располагаясь в глубине материковой суши и представляя собой громадное равнинное пространство, является геосистемой со сравнительно равномерным протеканием природных процессов. Тем не менее, быстрая смена холодного периода года теплым (иногда в течение декады) как следствие континентальности климата и открытости ландшафтов, приводит к такому экстремальному гидрологическому явлению на степных реках, как половодье. Ежегодно в бассейне р. Урал происходит подтопление обширных участков поймы, сопровождающееся разрушением и повреждением жилых построек, мостов, линий электропередач, дорожных насыпей, гибелью домашних животных, изоляцией населенных пунктов с сотнями жителей. Сооружение в верховьях реки Ириклинского водохранилища с мощной плотиной в целом не изменило ситуации, приведя лишь к нарушению годовой динамики интенсивности половодья.

Основная доля речного стока приходится на период весеннего половодья в течение 1,5-2,5 месяцев в году, на долю снегового питания – более 80 % стока. Обращает на себя и малый уклон реки в среднем течении – порядка 18 см на 1 км длины при скорости воды 0,2-0,5 м/сек. Это способствует образованию многочисленных излучин, отмелей и островов, создающих естественные преграды в паводок. Отмеченная выше резкая амплитуда подъема уровня р. Урал, в первую очередь, влияет на обострение ландшафтно-гидрологической ситуации в период весеннего половодья. Так например, во время таяния скорость подъема воды от 40 до 80 см в сутки является нормой, а максимальная скорость подъема в среднем течении Урала достигает 3 м в сутки. Перечисленные особенности режима реки

представляют серьёзную угрозу для обитателей поймы и жителей прибрежных селений, не успевших подготовиться к паводку.

Паводковая опасность усугубляется тем, что на реке складываются периоды многолетнего маловодья (например, 1958-1976 гг. – заполнение Ириклинского водохранилища), когда население отвывает от высоких паводков и начинает беспечно осваивать пойму реки. Постройка Ириклинского водохранилища практически не оказала влияние на снижение средней отметки наводнений: если средняя величина паводка до ввода плотины составляла 6,94 м, то после ввода – 6,83 м. Кроме этого, высокая волна весеннего половодья может быть усилена залповым сбросом воды из Ириклинского водохранилища, принимающим стоки с верхней части бассейна р. Урал.

Распределение интенсивности весеннего половодья в бассейне р. Урал имеет достаточно четкую географическую дифференциацию. Более высокая интенсивность протекания описываемого природного явления на востоке области определяется как геоморфологическими причинами (преобладание немногочисленных ваннообразных, U-образных эрозионных врезов, разделяющих широкие равнинные пространства), так и особенностями протекания фенологических сезонов (более короткие сезоны в Зауралье и позднее время их наступления по сравнению с западными частями области).

Неблагоприятной в паводковом отношении является широтная часть р. Урал, приходящаяся в основном на Оренбургскую область (от г. Орск до п. Илек). Это своеобразная природная котловина, где отметка паводка в 2-3 раза больше, чем в меридианных частях реки. Так например, в паводок высота уровня воды составляет в верховьях и низовьях р. Урал около 3-4 м, а в среднем течении – 9-10 м. Около половины от численности населения, ежегодно попадающего в пределы затопляемой территории в Оренбургской области, приходится на г. Орск, историческая часть которого располагается в границах сложного гидрографического узла – излучине р. Урал у места впадения в него р. Орь. Таким образом, интенсивность весеннего половодья определяется как географическими контрастами между различными частями бассейна р. Урал, так и антропогенными причинами – освоением речных пойм без учета сезонности природных явлений. Проведенные выше исследования, свидетельствуют о необходимости составления долгосрочных прогнозов в развитии паводковой ситуации с детальной оценкой социально-экономических и ландшафтно-гидрологических последствий.

Проблема маловодий в трансграничном бассейне р. Урал наиболее актуальна в последнее десятилетие, когда засушливые периоды совпали со значительным водопотреблением и регулированием стока, особенно в верхнем и среднем течении р. Урал. Следует отметить, что из российских водопользователей бассейна самыми высокими показателями водообеспеченности характеризуется Республика Башкортостан (6,53 тыс. м<sup>3</sup>/год на чел.). Но несмотря на данные показатели республика активно

осуществляет зарегулирование естественного стока с целью гарантированного водообеспечения, в т.ч и в пределах бассейна р.Урал.

На всех участках трансграничного бассейна р. Урал актуальной является и проблема *экстремального изменения качества речных вод*, связанная с резким увеличением концентрации отдельных элементов. В целом по бассейну отмечается повторяемость высоких концентраций нефтепродуктов, фенолов, соединений меди. Максимальные значения нефтепродуктов отмечаются в створе ниже г. Орска (до 6 ПДК), увеличение концентрации ионов меди (до 8 ПДК) на всем протяжении реки связано с разработкой месторождений меди. Одним из примеров является р. Таналык – правый приток р. Урал, берущий начало в западных предгорьях хребта Ирэндък в пределах Республики Башкортостан и впадающий в р. Урал на территории Оренбургской области. Река является одним из наиболее загрязненных водных объектов верхнего гидрографического звена трансграничного бассейна, в пределах ее водосборной территории сконцентрированы горнодобывающие предприятия Зауралья. Наиболее опасными объектами горнорудной промышленности в бассейне р. Таналык являются отработанное серно-колчеданное месторождение и Бурибаевский ГОК.

В пределах Республики Казахстан к водотокам с экстремальными изменениями качества речных вод в первую очередь необходимо отнести верховья левого притока р. Урал – р. Илек. Одним из актуальных вопросов для российской стороны этого бассейна является трансграничный перенос шестивалентного хрома, основным поставщиком которого является АО «Завод хромовых соединений» в г. Актобе [3]. Нерешенным остаётся вопрос, связанный с техногенным источником загрязнения бором р. Илек, который поступает в водоток из шламоохранилищ бывшего химзавода в г. Алга Актюбинской области. По данным Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан превышение предельной концентрации хрома составляет более чем в 3 раза, а бора – в 27 раз. Повышение значений концентраций фтора, бора, шестивалентного хрома наблюдается, как правило, в меженный период, когда увеличивается доля грунтового питания. В зоне выклинивания загрязненных подземных вод (с. Георгиевка, Актюбинская область) среднее значение соединений шестивалентного хрома в р. Илек несмотря на действующие очистные сооружения остаются на экстремально высоком уровне.

В заключение, следует отметить, что развитие большинства экстремальных гидрологических ситуаций так или иначе связано с интенсивным и многолетним хозяйственным освоением территории трансграничного бассейна р. Урал. Учитывая специфику речных экосистем, степень использования водных ресурсов и их социально-экономическую значимость, отметим необходимость детальной оценки источников и факторов ЭГС для дальнейшей разработки мер по снижению вероятности

возникновения и возможного ущерба от чрезвычайных экологических ситуаций.

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

### **Литература**

1. Чибилёв А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 312 с.
2. Экстремальные гидрологические ситуации. – М., 2010. – 464 с.
3. Куксанов В.Ф., Грошев И.В., Петрищев В.П. Анализ формирования гидрохимических аномалий тяжелых металлов в долине р. Илек // Водохозяйственные проблемы и рациональное природопользование: Мат-лы всеросс. научно-практ. конф. – Оренбург-Пермь, 2008. – С. 189-193.

## **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ БАСЕЙНА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ИРТЫШ**

*Н.В. Стоящева, И.Д. Рыбкина*

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул,  
stoyash@mail.ru*

## **ECOLOGICAL-ECONOMIC ZONING OF THE BASIN OF TRANSBOUNDARY IRTYSH RIVER**

*N.V. Stoyashcheva, I.D. Rybkina*

*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul*

*В основу эколого-экономического районирования территории бассейна положены результаты типологии систем природопользования регионов и оценки уровня совокупной антропогенной нагрузки. Результаты районирования отображены в виде соответствующей картосхемы.*

*The ecological-economic zoning of the basin territory was made using the results of typology of regional nature management systems as well as the evaluation of total anthropogenic load. The outcomes of zoning are presented as a schematic map.*

На территории бассейна трансграничной р. Иртыш сложилась сложная водно-экологическая обстановка, что обусловлено, прежде всего, его приуроченностью к засушливым районам, на которых река, почти не принимая притоков, служит важнейшим источником водообеспечения населения и хозяйства, к его долине тяготеют основные ареалы расселения, промышленной и сельскохозяйственной освоенности. Хозяйственная деятельность на водосборе, зачастую нерациональная, оказывает большое влияние на экологическое состояние реки. Усугубляет проблему отсутствие трёхсторонних (КНР, РК, РФ) соглашений по совместному использованию и охране водных ресурсов.

В рамках совместного с УрО РАН интеграционного проекта «Экологические риски в трансграничных бассейнах рек: проблемы межгосударственного и межрегионального сотрудничества» (2009-2011 гг.) произведена оценка степени антропогенной нагрузки на водосборные бассейны собственно Иртыша, а также его притоков – рр. Ишим и Тобол, разработана типология систем природопользования, проведено эколого-экономическое районирование территории. Объектами исследования выступали Алтайский округ СУАР КНР; Восточно-Казахстанская (ВКО), Северо-Казахстанская (СКО), Павлодарская, Костанайская, Карагандинская и Акмолинская области РК; приграничные районы Омской, Тюменской, Курганской и Челябинской областей РФ.

Типология систем природопользования в бассейне р. Иртыш проведена на основе анализа официальных статистических данных приграничных регионов. В качестве основных показателей использовались стоимостные объёмы сельскохозяйственной и промышленной продукции в долларовом (\$ США) эквиваленте.

Оценка уровня антропогенной нагрузки на территорию водосбора осуществлялась с использованием таких показателей, как плотность населения, плотность промышленного производства (объём промышленной продукции, тыс. дол./км<sup>2</sup>) и сельскохозяйственная освоенность, включающая распаханность (%) и животноводческую нагрузку (условных голов на 1 км<sup>2</sup>). Для каждого показателя принята шкала интенсивности (табл.), в основу которой положена методика А.Г. Исаченко [1]. Показатели группировались по видам антропогенной нагрузки – демографической, промышленной и сельскохозяйственной. Последняя представлена среднеарифметическим значением балльных оценок земледельческой и животноводческой нагрузок. Совокупная антропогенная нагрузка определялась как среднеарифметическое значение баллов соответствующих видов нагрузок [2].

## Шкала основных показателей антропогенной нагрузки

Показатель	Интенсивность нагрузки, баллы							
	1 незначительная или отсутствует	2 очень низкая	3 низкая	4 пониженная	5 средняя	6 повышенная	7 высокая	8 очень высок.
Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	0,0	≤ 0,1	0,2-1,0	1,1-5,0	5,1-10,0	10,1-25,0	25,1-50,0	> 50,0
Плотность промышленного производства, тыс. дол./ км <sup>2</sup>	0,0	≤ 0,35	0,36-3,50	3,60-35,00	36,00-105,00	106,00-140,00	141,00-170,00	>170,00
Распаханность, %	0,0	≤ 0,1	0,2-1,0	1,1-5,0	5,1-15,0	15,1-40,0	40,1-60,0	> 60,0
Животноводческая нагрузка, усл. гол./км <sup>2</sup>	0,0	≤ 0,1	0,2-1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	> 10,0

Результаты типологии систем природопользования и оценки уровня совокупной антропогенной нагрузки в бассейнах трансграничных рек Иртыш, Ишим и Тобол позволили выполнить эколого-экономическое районирование территории, которые нашли отражение в виде соответствующей картосхемы. Всего было выделено восемь эколого-экономических районов (рис.).

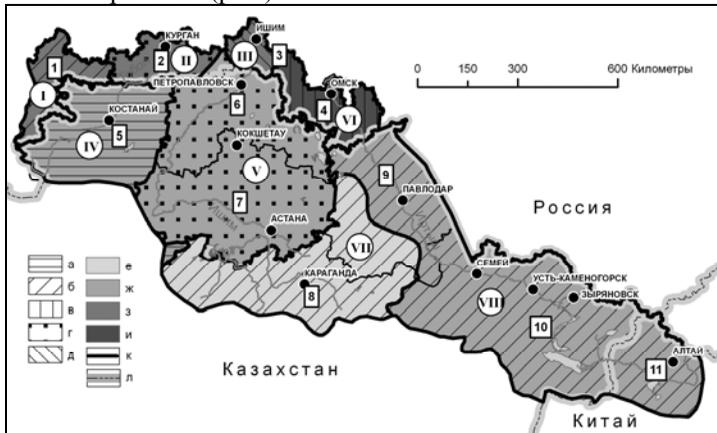


Рис. Эколого-экономическое районирование бассейна р. Иртыш (составители: Н.В. Стоящева, С.Г. Платонова, И.Д. Рыбкина).

*Типы систем природопользования:* а – с преобладанием горнодобывающих отраслей; б – сочетание горнодобычи и металлургической промышленности на фоне сельскохозяйственного производства; в – нефтехимия; г – машиностроение и пищевая

промышленность на фоне сельскохозяйственного производства; д – преимущественное развитие сельскохозяйственного производства и сельхозпереработки. *Совокупная антропогенная нагрузка*: е – пониженная, ж – средняя, з – повышенная, и – высокая. *Границы*: к – эколого-экономических районов, л – государственные. *Административные субъекты*: 1 – Челябинская область, 2 – Курганская, 3 – Тюменская, 4 – Омская область (Россия); 5 – Костанайская область, 6 – Северо-Казахстанская, 7 – Акмолинская, 8 – Карагандинская, 9 – Павлодарская, 10 – Восточно-Казахстанская область (Казахстан), 11 – округ Алтай (Китай).

*I эколого-экономический район* соответствует Челябинской области РФ в бассейне р. Тобол. Он характеризуется сочетанием горнодобычи и металлургической промышленности на фоне высокоразвитого сельскохозяйственного производства с повышенным уровнем антропогенной нагрузки на территорию.

Во *II район* включена Курганская область РФ в пределах бассейна р. Тобол. Здесь развиты машиностроение, пищевая промышленность и сельское хозяйство. Уровень антропогенной нагрузки также оценивается как повышенный.

Для входящей в *III район* Тюменской области РФ (бассейн Ишима) характерно преимущественное развитие сельскохозяйственного производства и переработки сельхозпродукции (пищевая промышленность), а также повышенная антропогенная нагрузка.

*IV эколого-экономический район*, включающий Костанайскую область РК в бассейнах рр. Ишим и Тобол, отличается преобладанием горнодобывающих отраслей в совокупном промышленном продукте и средним уровнем антропогенной нагрузки.

*V район* объединяет Акмолинскую область и СКО (РК), а также Курганскую область (РФ) в бассейне Ишима. Регионы характеризуются развитием машиностроения и пищевой промышленности на фоне высокого сельхозпроизводства, а также средним уровнем антропогенной нагрузки.

*VI район* – Омская область РФ, бассейн Иртыша – отличает преобладание в промышленном производстве нефтехимии и высокий уровень совокупной антропогенной нагрузки.

*VII эколого-экономический район* объединяет территории Карагандинской и Павлодарской областей РК, расположенных в пределах р. Ишим. Характерная особенность – сочетание горнодобычи и металлургической промышленности, а также низкий уровень совокупной антропогенной нагрузки.

*VIII район* является наибольшим по площади. Он объединяет регионы, расположенные в бассейне р. Иртыш: Павлодарская область, ВКО (РК) и округ Алтай (КНР). Как и для предыдущего, для данного района также характерно сочетание горнодобычи и металлургии, однако уровень антропогенной нагрузки на территорию оценивается как средний.

Преимущественное развитие горнодобывающих и металлургических отраслей в верхней части бассейнов рр. Иртыш (ВКО), и Ишим (Караганда), а

также приграничных районах в бассейне р. Тобол привело к наличию в этих районах очагов интенсивного загрязнения водных объектов. Воды трансграничных рек приходят на территорию РФ из Казахстана уже имея качество «грязная». Ситуация усугубляется тем, что уровень совокупной антропогенной нагрузки на территорию бассейнов увеличивается вниз по течению рек, достигая наибольших величин именно в регионах российского приграничья.

Выполненное эколого-экономическое районирование территории может послужить основой для разработки ряда мероприятий, направленных на решение водохозяйственных проблем в бассейне трансграничной реки Иртыш, в т.ч. на межгосударственном уровне. При этом роль инициатора должна возлагаться на Россию, как «потерпевшую» сторону, поскольку именно она является основным реципиентом трансграничных загрязнений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке партнерского интеграционного проекта СО – УрО – ДВО РАН № 23.*

### **Литература**

1. Исаченко А.Г. Экологическая география России. – СПб.: Издательский дом СПбГУ, 2001. – 8 с.
2. Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю. Методика зонирования территории речного бассейна по совокупной антропогенной нагрузке (на примере Обь-Иртышского бассейна) // Водное хозяйство России. – 2011. – № 4. – С. 42-52.

## **ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ДИАЛОГ РОССИИ И КАЗАХСТАНА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

*Ю.И. Узбекова, Е.Б. Лудцева*

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. Трофимука СО РАН*

## **TRANSBOUNDARY DIALOGUE BETWEEN RUSSIA AND KAZAKHSTAN: ENVIRONMENTAL ASPECT**

*Yu.I. Uzbekova, E.B. Ludtceva*

*A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB RAS  
julsey@yandex.ru; ludtceva@mail.com*

*Представлен экологический аспект трансграничных отношений России и Казахстана. А именно опасности и угрозы для окружающей среды, возникающие*

*вследствие несогласованного управления на территориях трансграничных рек и речных бассейнов.*

*The paper introduces environmental aspect of transboundary relations of Russia and Kazakhstan. In particular it concentrates on the risks and threats emerging as a result of uncoordinated control in the territories of transboundary rivers and its basins.*

Географические и исторические факторы позволяют считать Россию и Республику Казахстан (РК) основными игроками в Центрально-Азиатском регионе, своеобразным «цивилизационным мостом» между двумя субконтинентами. Вместе их территории занимают огромную площадь в Евразийском регионе, имея при этом самую протяженную в мире общую границу – свыше 7 500 км. Население по обеим сторонам границ достигает 30 млн. человек. Очевидно, что трансграничный диалог двух государств играет немаловажную роль в поддержании общего баланса их отношений.

Понятия «трансграничья», «трансграничных территорий» имеют множество толкований. Так в целом мир можно понимать как одно сплошное Трансграничье [1]. В то же время трансграничье – это «регион, объединяющий приграничные области двух и более государств в условиях тесного многостороннего взаимодействия» [2]. Наиболее продуктивным представляется такое понимание трансграничной территории, которое позволяет раскрыть особенности природно-географического, социально-экономического, культурного существования двух взаимосвязанных приграничных регионов и механизмы их внутренней интеграции. Целостность таких трансграничных систем еще более усиливается, если в основе лежит целостная природная система, например, речные бассейны [3].

Законодательно современное приграничное сотрудничество РФ и РК основывается на межгосударственном «Договоре о сотрудничестве и взаимодействии по пограничным вопросам» (2004), межправительственном Соглашении и Программе экономического сотрудничества на 2008-2011 гг., Программе приграничного сотрудничества регионов России и Казахстана на 2008-2011 гг. и ряде других документов. Всего же в рамках двустороннего сотрудничества действует более 250 различных актов межгосударственного и межрегионального уровня.

Однако тесное взаимодействие трансграничных территорий обладает потенциалом как для сотрудничества, так и для возникновения спорных вопросов, принципиальных для защиты национальных интересов двух стран. Проблема экологической безопасности – один из постоянных источников разногласий в трансграничных зонах, поскольку сферы ответственности двух государств зачастую не разделены.

Естественным трансграничным объектом являются трансграничные речные бассейны (ТРБ). Наибольший интерес и сложность представляет взаимодействие РК и РФ по проблемам ТРБ Урала и Иртыша. Несмотря на то, что с 1991 г. р. Урал приобрела статус межгосударственной трансграничной реки, до сих пор не разработаны эффективные методы

совместного управления его ТРБ. Как следствие, серьезные опасения представляет природоохранная сфера. Специфика гидрологического режима реки, изменение гидрологического режима подземных вод, подтопления, а также негативное антропогенное воздействие на качество воды и экосистему являются первоочередными экологическими проблемами [4].

В 2006-2010 гг. диалог о сохранении экосистемы реки Урал и Урало-Каспийской зоны развивался с целью создать казахстанско-российский комитет по решению экологических, социально-экономических и гуманитарных проблем на основе бассейнового подхода. В ходе совместных действий был подготовлен проект Соглашения о создании Межгосударственного фонда по сохранению экосистемы реки Урал, а также Комплексный план совместных действий на 2010-2014 гг. Однако несоответствие законодательств, в т.ч. природоохранного, не позволило добиться нужной степени интеграции усилий. Тем не менее, на межрегиональном уровне в начале 2012 г. принято решение о создании российско-казахстанской Комиссии по двустороннему сотрудничеству, которая займется сохранением ландшафтного и биологического разнообразия в трансграничной зоне Оренбургской и Актыбинской областей. Далее в течение года будет готовиться создание ООПТ по предложенному списку и разработка Соглашения между правительствами соответствующих областей «О сотрудничестве в обеспечении функционирования и охраны ООПТ в трансграничной зоне Оренбургской и Актыбинской областей». В список таких территорий войдут земли по обе стороны границы [5].

Если экологические проблемы р. Урал тяжелее сказываются на Казахстане, который при этом может лишь рассчитывать на активную природоохранную позицию России в верхнем и среднем течении реки, то состояние р. Иртыш, напротив, ставит территории РФ ниже по течению в зависимость от поведения казахской и китайской сторон. При этом и РК, и РФ в огромной степени зависят от Китая, который контролирует Черный Иртыш: водохранилище в его верховьях забирает почти треть водостока, канал Черный Иртыш – Карамай в перспективе отберет до 40 % годового стока. В Казахстане на реке Иртыш работает каскад ГЭС (Бухтарминская, Усть-Каменогорская и Шульбинская), от которого зависит водный режим реки ниже по течению. Всего в бассейне Иртыша насчитывается 75 водохранилищ и прудов, а по каналу Иртыш-Караганда (ныне им. Каныша Сатпаева) снабжается водой Центральный Казахстан [6]. Россия уже косвенно недополучает свыше 2 км<sup>3</sup> воды в год, при этом высокая загрязненность вод Иртыша представляет угрозу для Обского бассейна. По данным гидрологической модели реки Иртыш в случае роста китайского водопотребления и водозабора канала Иртыш-Караганда, а также деятельности казахских ГЭС, возникнет критическая ситуация практически полного отсутствия воды в реке ниже по течению, которое невозможно будет восполнить подземными водами [7].

Иртыш, безусловно, должен иметь статус трансграничной реки и регулироваться с учетом интересов всех трех стран. Однако Китай не присоединился к двум рамочным международным соглашениям – Конвенции об охране и использовании трансграничных водотоков и международных озер (1992) и Конвенции о праве несудоходных видов использования международных водотоков (1997). Основным методом регуляции трансграничного водотока Иртыша являются двусторонние соглашения. Между собой Россия и Казахстан заключили Соглашение о создании российско-казахстанской комиссии по бассейну реки Иртыш (1998), в свою очередь РК заключил с Китаем ряд соглашений: О сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек (2001), О развитии научно-исследовательского сотрудничества на трансграничных реках (2006), Об охране качества вод трансграничных рек (2011). Отказ Китая от трехстороннего сотрудничества не позволяет охватить проблемы всего бассейна реки, контролировать качество стока и используемой воды, определять режимы водообеспечения. Кроме того, без учета действий и обязательств Китая снижается эффективность диалога России и Казахстана по проблемам ТРБ Иртыша.

Очевидно, что в этих условиях России и Казахстану следует, во-первых, ориентироваться на уменьшение стока воды, что потребует более внимательного управления ресурсами. Во-вторых, необходимо сближать и унифицировать природоохранные законодательства двух стран и развивать принципы бассейнового управления. В-третьих, выступать на международной арене с единой позицией, чтобы вовлечь Китай в диалог о совместном управлении ТРБ Иртыша.

### **Литература**

1. Неклесса А.И. Трансграничье, его ландшафты и обитатели // Научный Совет РАН. История мировой культуры, Комиссия по социокультурным проблемам глобализации. Серия «Социокультурные проблемы глобализации». Вып.1. – М., 2002. – 52 с.
2. Розов Н.С. Феномен трансграничья в исторической и геополитической перспективе // Трансграничье в изменяющемся мире: Россия-Китай-Монголия. Материалы межд. научно-практической конф. 16-20 окт. 2006. – С. 109-113
3. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования. – Владивосток, 2008. – С. 15-17.
4. Сивохип Ж.Т., Чибилёв А.А. Географические предпосылки межгосударственного управления трансграничным бассейном р. Урала // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2010. – №4. – С. 103-105. – № 5. – С. 112-115.
5. Охранять ландшафтно-биологическое разнообразие степей совместными усилиями // Оренбуржье [Портал правительства Оренбургской области] <http://www.orenburg->

gov.ru/magnoliaPublic/regportal/News/EconomicNews/2012-02-03-14-46-13.html?printVersion=true.

6. Винокуров Ю.И., Чибилёв А.А., Красноярова Б.А., Павлейчук В.М., Платонова С.Г., Сивохиц Ж.Т. Региональные экологические проблемы в трансграничных бассейнах рек Урал и Иртыш // Известия РАН. Серия геогр. – 2010. – №3. – С.95-104.
7. Трансграничное управление водными ресурсами бассейна реки Иртыш: Заключительный отчет. – Омск, 2004.

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ СРЕДНЕГО АМУРА В ЗИМНЮЮ МЕЖЕНЬ**

*В.П. Шестеркин  
ИВЭП ДВО РАН, Хабаровск*

*V.P. Shesterkin  
IWEF FEB RAS, shesterkin@ivep.as.khb.ru*

*Рассмотрено изменение качества воды среднего Амура в 2000-2012 гг. Установлено влияние Зейского и Бурейского водохранилищ на химический состав воды верхней части среднего Амура и хозяйственной деятельности на китайской территории – нижней части.*

*Changes of Middle Amur water quality in 2000-2012 were investigated. It was found out that the operation of Zeya and Bureya water reservoirs effects water chemical composition in the upper part of the Middle Amur, whereas economic activities on the Chinese territory deteriorate water quality in the lower part of the Middle Amur.*

Средний Амур – участок Амура от г. Благовещенска до г. Хабаровска протяженностью 980 км, качество воды которого формируется водами рек Китая и России. Поэтому интенсивные экономические преобразования в бассейне этого участка реки, прежде всего китайской части, в последние годы стали сказываться на качестве вод Амура. Наибольший резонанс проблема качества воды Амура получила после аварии в Китае в ноябре 2005 г., когда в р. Сунгари (основной правобережный его приток) поступило около 100 т органических веществ (бензол, анилин, нитробензол).

Гидрохимическая изученность среднего Амура низкая. Наблюдения Росгидромета осуществляются в створе гг. Благовещенск и Хабаровск. Первые данные о качестве воды были получены в марте 1998, 2000–2002 гг. у с. Нагибово и с. Ленинское на 3-5 пунктах, равномерно распределенных от российского берега до фарватера (государственной границы). Дальнейшие

наблюдения осуществлялись в феврале-марте на 3-х равномерно распределенных по ширине Амура пунктах: с. Амурзет, Фуюань и Нижне-Спасское (2006); с. Ленинское (2006, 2011-2012). Эпизодические исследования проводились на рр. Зeya, Бурeya и Сунгари. Анализ проб воды осуществлялся в Межрегиональном центре экологического мониторинга гидроузлов (№ РОСС RU 0001 515988) при ИВЭП ДВО РАН.

Химический состав воды среднего Амура зимой формируется преимущественно водами Верхнего Амура, рек Зeya, Бурeya и Сунгари. На среднем Амуре максимальная величина минерализации наблюдается у г. Благовещенск. В марте 2001 г. она в среднем составляла 223 мг/дм<sup>3</sup>, 2002 г. – 180 мг/дм<sup>3</sup>. Для химического состава воды характерны низкие концентрации аммонийного азота, фосфора, органических веществ, валового железа и повышенное содержание нитратного азота (табл.).

**Таблица – Средние показатели качества воды Среднего Амура и основных его притоков**

Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	М	Fe <sub>вал</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ЦВ	ПО
мг/дм <sup>3</sup>								мг N/дм <sup>3</sup>		градус	мгО/дм <sup>3</sup>
Река Зeya – г. Благовещенск (площадь водосбора 233 000 км <sup>2</sup> ), 6.03.2002 г.											
1,6	4,0	1,9	18,3	2,2	1,8	34,8	0,67	0,33	0,28	125	12,6
Река Бурeya – пос. Новобурейский (площадь водосбора 67 400 км <sup>2</sup> ), 15.03.2008 г.											
1,5	4,4	1,7	18,7	0,6	2,3	30,9	0,31	0,40	0,05	55	–
Река Сунгари – г. Тунцзян (площадь водосбора 540 000 км <sup>2</sup> ), 5.03.2006 г.,											
14,6	23,6	5,2	103,4	13,6	27,4	197,0	0,29	2,27	0,45	–	–
Река Амур – г. Благовещенск (площадь водосбора 493 000 км <sup>2</sup> ), 6.03.2002 г.,											
11,8	22,0	7,3	116,0	8,5	15,4	184,7	0,39	0,06	0,35	5	5,6
Река Амур – с. Амурзет (площадь водосбора 864 000 км <sup>2</sup> ), 23.02.2012 г.,											
2,3	5,7	1,5	22,0	0,7	3,8	38,3	0,32	0,21	0,22	55	9,3
Река Амур – с. Ленинское (площадь водосбора 1410 000 км <sup>2</sup> ), 23.02.2012 г.,											
8,3	14,0	3,7	52,9	5,4	16,1	103,0	0,35	0,48	0,57	45	9,3

В химическом воды среднего Амура ниже Благовещенска после появления в 1975 г. Зейского водохранилища произошли большие изменения. Повышение водности р. Зeya ниже ГЭС (расходы воды возросли до 600-1300 м<sup>3</sup>/сек) обусловило доминирование стока этой реки (~ 82%) в зимнем стоке верхнего участка среднего Амура. Поступление мало минерализованных зейских вод, характеризующихся повышенным содержанием биогенных и органических веществ, обусловило снижение минерализации амурской воды до 49 мг/дм<sup>3</sup> и повышение цветности ее вод до 100°. Содержание

аммонийного и нитратного азота стало ниже 0,29 и 0,44 мгN/дм<sup>3</sup>, соответственно, а валового железа – 0,64 мг/дм<sup>3</sup>.

Новые изменения состава воды верхнего участка среднего Амура произошли после создания Бурейского водохранилища в 2003 г., когда суммарный сток рек Зея и Бурей составил 92% в зимнем стоке этого участка. Повышение объема вод с низкой минерализацией обусловило снижение минерализации воды в районе с. Амурзет до 38 мг/дм<sup>3</sup>. Данное значение является самым низким для вод среднего и нижнего Амура не только в зимнюю межень, но и в период открытого русла. В амурской воде стало отмечаться более выраженное преобладание иона кальция среди катионов и гидрокарбонатного иона – среди анионов. Большие изменения произошли в содержании биогенных и органических веществ в сторону снижения концентраций аммонийного азота в 1,7 раза, нитратного азота – в 1,3 раза, валового железа – 1,7 раза и цветности воды – 1,8 раза.

Большое влияние на качество воды среднего Амура оказывает хозяйственная деятельность в китайской части бассейна [1-3]. Вода р. Сунгари характеризуется повышенными минерализацией (до 200 мг/дм<sup>3</sup>), содержанием главных ионов, соединений минеральных форм азота и фосфора, низкой концентрацией растворенного железа и органического вещества [2]. Поэтому ниже устья р. Сунгари изменяется качество амурской воды, появляется пространственная неоднородность в распределении растворенных веществ. Максимальные различия минерализации воды между китайским и российским берегами наблюдались в феврале 2012 г. (161 мг/дм<sup>3</sup>), а минимальные – марте 2011 г. (69 мг/дм<sup>3</sup>). Наибольшие различия в содержании главных ионов отмечались для хлоридного иона (15 раз) в феврале 2012 г., сульфатного иона (9 раз) в декабре 2005 г. после техногенной аварии на химическом комбинате г. Цзилинь (КНР). После этой аварии в правобережной части Амура были также зафиксированы повышенные концентрации нитритного (до 2,5 ПДК) и нитратного азота (до 1,9 мг N/дм<sup>3</sup>). В многолетней динамике аммонийного азота в последние годы наблюдается постепенное снижение его содержания с 7 до 2 ПДК и повышение концентрации нитратного азота с 0,1 до 1,0 мг N/дм<sup>3</sup>, что свидетельствует об определенном улучшении качества воды р. Сунгари (рис.), обусловленном, возможно, появлением новых очистных сооружений.

Поэтому ниже устья р. Сунгари содержание растворенных веществ в амурской воде возрастает. Вниз по течению постепенно сглаживаются различия в распределении растворенных веществ по ширине Амура. В марте 2006 г. минерализация воды в районе г. Фуюань изменялась от 55,3 до 82,2 мг/дм<sup>3</sup>, у с. Нижне-Спасское – 60,0-81,4 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем была в 1,8 раз выше, чем на верхнем участке среднего Амура. Концентрации сульфатных и хлоридных ионов в среднем повышались в 2,4 и 3,2 раза, соответственно, нитратного и аммонийного азота – в 1,9 и 2,9 раза. Цветность воды снижалась в 1,4 раза, незначительно изменялось лишь содержание валового железа (0,4-0,5 мг/дм<sup>3</sup>). Максимальная концентрация растворенного железа

(0,24-0,28 мг/дм<sup>3</sup>), обусловленная влиянием Бурейского и Зейского водохранилищ, наблюдалась в левобережной части Амура. В правобережной части реки содержание было на уровне 0,10-0,19 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. незначительно превышало значение ПДК (0,1 мг/дм<sup>3</sup>).

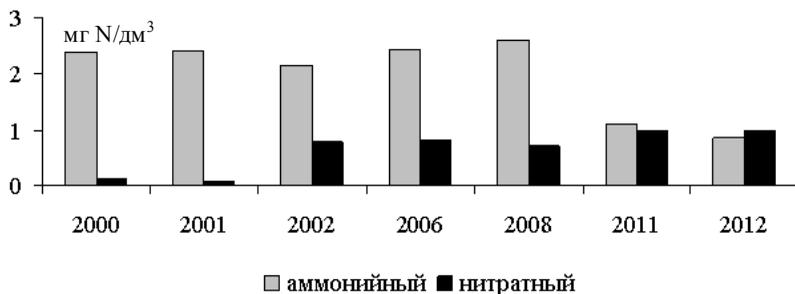


Рис. Изменение содержания аммонийного и нитратного азота в правобережной части р. Амур у с. Ленинское, февраль-март 2000-2012 гг.

Таким образом, зарегулирование рек Зeya и Бурея обусловило в верхней части среднего Амура снижение минерализации воды, концентрации биогенных элементов и повышение органических веществ. Воды р. Сунгари, характеризующиеся повышенным содержанием главных ионов и минеральных соединений азота и фосфора, низкой концентрацией органических веществ, оказывают значительное влияние на нижнюю часть среднего Амура. В последние годы отмечается улучшение качества воды р. Сунгари, а соответственно, среднего и нижнего Амура.

*Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 10-05-00227.*

### **Литература**

1. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Форина Ю.А., Ри Т.Д. Трансграничное загрязнение Амура в зимнюю межень 2005-2006 гг. // География и природные ресурсы. – 2007. – № 2. – С. 40-44.
2. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Особенности качества воды р. Сунгари // Геоэкология, инженерная экология, гидрогеология, геокриология. – 2009. – № 1. – С. 50-53.
3. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Трансграничное загрязнение Амура // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Матер. Третьей всерос. конф. с междунар. участием. – Барнаул: Изд АРТ. 2010. – С. 308-311.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Часть 1.</b> Рациональное природопользование и охрана окружающей среды в условиях изменения климата.....	3
<b>А.А. Азбукин, В.В. Кальчихин, А.А. Кобзев, В.А. Корольков, А.А.Тихомиров</b> Современный осадкомер: практическая реализация и перспективы развития.....	3
<b>Д.Н. Балыкин, С.Н. Балыкин, А.В. Пузанов</b> Экологическая оценка состояния реки Васюган и ее притоков по основным гидрохимическим показателям.....	7
<b>И.А. Белозерцева, А.А. Сороковой</b> Деградация и загрязнение почв Байкальского региона.....	11
<b>Г.А. Буряк, А.С. Сафатов, С.Е. Олькин, И.К. Резникова, В.И. Макаров, С.А. Попова</b> Долговременное изменение концентраций органического углерода и суммарного белка в атмосферном аэрозоле приемного слоя атмосферы юга Западной Сибири.....	18
<b>А.З. Гулгенов</b> Геоинформационные системы в изучении динамики и эволюции ландшафтов.....	22
<b>А.Ю. Девятова, С.Б. Бортникова</b> Газо-аэрозольный перенос элементов при высокотемпературных техногенных процессах.....	25
<b>Д.В. Дементьев, Н.С. Мануковский, А.Я. Болсуновский</b> Концентрирование радионуклидов макромицетами на антропогенно-загрязнённых пойменных почвах бассейна р. Енисей и в лабораторных условиях.....	29
<b>Д.Ц.-Д. Жамьянов, Б.О. Гомбоев, В.В. Хахинов, Э.Д. Санжеев, И.Д. Ульзетуева, В.С. Батомункуев, Т.Ш. Рыгзынов, И.Ж. Доржиева</b> Оценка современного состояния обеспечения населения питьевой водой в Республике Бурятия.....	33
<b>В.В. Зуев, В.А. Семенов, Е.А. Шелехова</b> Прогноз изменений температуры и осадков на территории Сибири и Арктики при ослаблении термохалинной циркуляции в Северной Атлантике и Баренцевом море.....	37
<b>А.О. Ковригин, Г.Г. Губина, В.А. Лубенников, А.В. Пузанов, А.Ф. Лазарев</b> Медицинские последствия воздействия полифакторного загрязняющего комплекса среды на население.....	40
<b>С.Е. Коркин, Е.А. Коркина</b> Природопользование и географические границы в бассейне реки Северная Сосьва.....	46
<b>Г.П. Королева, Л.Д. Андрулайтис, И.П. Пархоменко</b> Формы нахождения ртути в снеговом покрове Приангарья.....	50

<b>Н.А. Кочеева, Т.В. Больбух, М.Г. Сухова, О.В. Журавлева</b> Актуальность экологически ориентированного планирования хозяйственной деятельности на территориях повышенной аридности в условиях изменения климата .....	56
<b>А.А. Малыгин</b> Вопросы оценки влияния космической деятельности на окружающую среду районов падения космических объектов .....	59
<b>Н.А. Мешков</b> Гигиеническая оценка состояния среды обитания и здоровья населения в зоне влияния Чебоксарского водохранилища .....	63
<b>Н.В. Нелина, А.А. Иващенко, Т.Г. Кашеварова, Л.Е. Ишков, А.Т. Ахметов</b> К флоре Сарыкопинского кластерного участка степного резервата «Алтын-Дала» .....	70
<b>И.В. Орлова</b> Основные подходы к оценке ирригационно-ресурсного потенциала территории с учетом геоэкологических ограничений .....	74
<b>Е.Г. Парамонов</b> Защитное лесоразведение как фактор стабилизации процесса деградации почв в Алтайском крае .....	78
<b>Н.Б. Попова, Н.Л. Ряполова</b> Анализ и оценка водно-экологической обстановки на юге Западной Сибири .....	85
<b>В.Ф. Рипута</b> Численный анализ данных наблюдений радиоактивного загрязнения поймы и воды реки Енисей .....	89
<b>А.Р. Рахматуллина</b> Геоэкологическая оценка территории пригородного района: общие принципы и информационное обеспечение (на примере Уфимского района Республики Башкортостан) .....	93
<b>Т.А. Рождественская, А.В. Пузанов, Д.Н. Балыкин, С.Н. Балыкин, А.В. Салтыков</b> Неорганические соединения азота в поверхностных водах бассейна реки Майма .....	97
<b>И.Д. Рыбкина, Н.В. Стоянцева, В.Ф. Резников, С.Н. Шарабарина</b> Перспективы водопотребления в регионах Верхней Оби .....	101
<b>Н.В. Савченко</b> Биогеохимический мониторинг лимногеосистем Западной Сибири и его основные итоги .....	106
<b>Я.В. Садыкова</b> Проблемы гидрогеологической стратификации южной части Обь-Иртышского междуречья .....	111
<b>А.В. Салтыков, А.В. Пузанов, И.А. Егорова</b> Ионный состав снежного покрова Алтая .....	116
<b>М.А. Саттаров, Ш.А. Мирзоев</b> О классификации и модельном описании движения природных вод в трещиноватых пластах .....	120
<b>М.А. Саттаров, М.К. Сатарова</b> Исследование влияния низкотемпературных источников орошения на плодородие земель аридных зон .....	130

<i>А.С. Сафатов, Г.А. Буряк, С.Е. Олькин, И.К. Резникова, Ю.В. Марченко, Б.М. Десятков, Н.А. Лаптева, И.С. Андреева, А.С. Козлов, С.Б. Малышкин, И.А. Суторихин, В.И. Букатый, С.А. Литвиненко, Б.С. Смоляков, М.П. Шинкоренко</i> Оценка величин эмиссии аэрозолей горько-солеными озерами Алтайского края .....	139
<i>Ю.М. Семенов</i> Экологически ориентированное планирование землепользования как инструмент рационального природопользования и охраны природы .....	145
<i>С.П. Суразакова</i> Роль водопользования в обеспечении устойчивого развития Республики Алтай .....	148
<i>Е.Л. Счастливцев, Н.И. Юкина, С.Г. Пушкин</i> Параметры изменчивости состава шахтных и карьерных стоков на участках транзита от предприятия до реки .....	153
<i>В.В. Татур, А.А. Тихомиров, В.М. Ляпунов, О.Н. Омаролинова</i> Лазерный мониторинг положения стенок Усть-Каменогорского шлюза (2006-2011) ....	161
<i>А.А. Хващевская, В.А. Шушарина</i> Нефтепродукты в подземных водах Ширинского района Хакасии .....	167
<i>Б.А. Цыбикова, А.А. Батоева</i> Экологическая оценка состояния окружающей природной среды в зоне влияния горнорудного предприятия..	172
<i>П.А. Шолохов</i> Оценка техногенного изменения подземных вод района города Иркутска .....	177
<i>Н.А. Шумова</i> Упрощенная методика оценки испарения воды почвой при мульчировании .....	180
<i>Т.В. Ярославцева, В.Ф. Рапута</i> Численная модель реконструкции полей выпадения вулканического пепла .....	185
<b>Часть 2.</b> Трансграничные водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии и управление водными ресурсами .....	189
<i>Т.А. Борисова, Б.А. Красноярова</i> Использование количественных оценок и карт риска для целей управления трансграничными бассейнами рек азиатской части России .....	189
<i>Ю.И. Винокуров, Б.А. Красноярова</i> Трансграничные речные бассейны Сибири и Центральной Азии: конфликты и решения .....	193
<i>Е.Г. Водичев</i> Трансграничные регионы и еврорегионы: эволюция подходов и практик .....	199
<i>Е.П. Горлачева</i> Экологические проблемы инвазий чужеродных видов рыб в водные экосистемы трансграничных территорий .....	203

<b>В.И. Забелин, О.И. Кальная, Т.П. Арчимаева, Е.А. Доможакова, А.Д. Самбуу, В.В. Заика, О.Д. Аюнова, С.В. Левыкин</b> К экологии бассейна трансграничной реки Тес-Хем (Тэсийн-Гол) (Россия, Тува, Монголия) .....	206
<b>Е.Д. Кошелева, А.Т. Зиновьев</b> Влияние трансграничных факторов на водный режим Иртыша .....	211
<b>Б.А. Красноярова</b> Институциональный путь решения трансграничных проблем водопользования .....	218
<b>С.Г. Платонова, В.В. Скрипко</b> Природные предпосылки экологических опасностей и рисков в трансграничном бассейне реки Иртыш .....	223
<b>В.М. Плюсин, И.А. Белозерцева, В.Б. Выркин, А.И. Шеховцов</b> Экологические вопросы на трансграничной территории России и Монголии (бассейн р. Онон) .....	227
<b>А.Б. Птицын, Г.Ц. Цыбекмитова, М.Ц. Итигилова</b> Экологические проблемы бассейна трансграничной реки Аргунь .....	231
<b>Ж.Т. Сивохиц</b> Территориальный анализ экстремальных гидрологических ситуаций в трансграничном бассейне реки Урал .....	237
<b>Н.В. Стоящева, И.Д. Рыбкина</b> Эколого-экономическое районирование бассейна трансграничной реки Иртыш .....	241
<b>Ю.И. Узбекова, Е.Б. Лудцева</b> Трансграничный диалог России и Казахстана: экологический аспект .....	245
<b>В.П. Шестеркин</b> Трансформация качества воды Среднего Амура в зимнюю межень .....	249

## CONTENTS

<b>Part 1</b> .....	3
<b>A.A. Azbukin, V.V. Kalchikhin, A.A. Kobzev, V.A. Korolkov, A.A. Tikhomirov</b> Modern Precipitation Gauge: Practical Implementation and Prospects of Development.....	3
<b>D.N. Balykin, S.N. Balykin, A.V. Puzanov</b> The Ecological Assissment of Vasyugan River State and its Tributaries Using Main Hydrochemical Characteristic.....	7
<b>I.A. Belozertseva, A.A. Sorokovoj</b> Degradation and Pollution of a Soil the Baikal Region.....	11
<b>G.A. Buryak, A.S. Safatov, S.E. Olkin, I.K. Reznikova, V.I. Makarov, S.A. Popova</b> Long Term Changes in Concentrations of Organic Carbon and Total Protein in Atmospheric Aerosol of Boundary Layer in the South of Western Siberia.....	18
<b>A.Z. Goolgenov</b> Geographical Information Systems and Landscape’s Dynamic and Evolution Researching.....	22
<b>A.Yu. Devyatova, S.B. Bortnikova</b> The Gas-Aerosol Elements Transfer at High Temperature Technological Processes.....	25
<b>D.V. Demytyev, N.S. Manukovsky, A.Ya. Bolsunovsky</b> Accumulation of Radionuclides by Macromycetes on the Contaminated Floodplain Soils in the Yenisei River Basin and in Vitro.....	29
<b>D.Ts.-D. Zhamyanov, B.O. Gomboev, V.V. Khakhinov, E.D. Sanzheev, I.D. Ulzetueva, V.S. Batomunkuev, T.Sh. Rygzynov, I.Zh. Dorzhieva</b> Estimation of Modern Situation about Potable Water Supply in Republic of Buryatia.....	33
<b>V.V. Zuev, V.A. Semenov, E.A. Shelehova</b> Forecast of Temperature and Precipitation Changes Effecting the Territory of Siberia and Arctic with the Thermohaline Circulation Attenuation in the North Atlantic and the Barents Sea ..	37
<b>A.O. Kovrigin, G.G. Gubina, V.A. Lubennikov, A.V. Puzanov, A.F. Lazarev</b> Health Effects of Pollutant Complex Environment on Population.....	40
<b>S.E. Korkin, E.A. Korkina</b> .....	46
<b>G.P. Koroleva, L.D. Andrulaitis, I.Y. Parkhomenko</b> Forms Od Mercury Occurrence in Snow Cover of the Angara River Region .....	50
<b>N.A. Kocheeva, T.V. Bolbukh, M.G. Sukhova, O.V. Zhuravlyova</b> The Topicality of Ecologically Oriented Planning of Economic Activity in the Arid Areas in the Conditions of Climate Change.....	56
<b>A.A. Malygin</b> Impact Assessment Questions of Space Environmental Areas Fall of Space Objects.....	59

<b>N.A. Meshkov</b> Hygienic Assessment of State of Environment and Health of Population Near Cheboksary Water Storage Basin.....	63
<b>N.V. Nelina, A.A. Ivashchenko, T.G. Kashevarova, L.E. Ishkov, A.T. Ahmetov</b> Additional to Flora of Cluster Area Sarykopinskyi in Steppe Reservation "Altyn Dala".....	70
<b>I.V. Orlova</b> Major Approaches to Evaluation of an Irrigation Resource Potential of the Territory with Regard to Geoecological Limiting Factors.....	74
<b>Ye.G. Paramonov</b> Conservation Afforestation as a Factor of Soil Degradation Stabilization in Altai Krai.....	78
<b>N.B. Popova, N.L. Ryapolova</b> Analyses and Estimation of Water-Ecological Situation on the Western Siberian South.....	85
<b>V.F. Raputa</b> Numerical Analysis of Observations of Radioactive Contamination of Yenisei River Water and Floodplain.....	89
<b>A.R. Rakhmatullina</b> Geoecological Assessment Area Suburban District: General Principles and Informational Support (for Example Ufa District of Republic Bashkortostan) .....	93
<b>T.A. Rozhdestvenskaya, A.V. Puzanov, D.N. Balykin, S.N. Balykin, A.V. Saltykov</b> Inorganic Nitrogen Compounds in Surface Water of Maima River Basin.....	97
<b>I.D. Rybkina, N.V. Stoyashcheva, V.F. Reznikov, S.N. Sharabarina</b> Prospects for Water Consumption in the Upper Ob Regions .....	101
<b>N.V. Savchenko</b> Biogeochemical Monitoring of Limnogeosystems of Western Siberia and its Basic Results .....	106
<b>Ya.V. Sadykova</b> The Problems of Hydrogeological Stratification of Ob- Irtysh Interfluvium South Part .....	111
<b>A.V. Saltykov, A.V. Puzanov, I.A. Egorova</b> Ionic Composition of Snow Cover of Altay Mountains.....	116
<b>M.A. Sattarov, M.K. Sattarova</b> Investigation of the Influence of Low-Temperature Irrigation Sources on the Fertility of Arid Zone Lands.....	120
<b>M.A. Sattarov, Sh.A. Mirzoev</b> On Classification and Model Description of the Motion of Natural Waters in Fractured Formations .....	130
<b>A.S. Safatov, G.A. Buryak, S.E. Olkin, I.K. Reznikova, Yu.V. Marchenko, B.M. Desyatkov, N.A. Lapteva, I.S. Andreeva, A.S. Kozlov, S.B. Malyshkin, I.A. Sutorihin, V.I. Bukatyi, S.A. Litvinenko, B.S. Smolyakov, M.P. Shinkorenko</b> The Estimation of Aerosol Emissions by Bitter-Salty Lakes in the Altai Territory .....	139
<b>Yu.M. Semenov</b> Ecologically Oriented Land Use Planning as the Tool of Rational Environmental Management and Nature Conservation .....	145
<b>S.P. Surazakova</b> The Role of Water Management in Achieving Sustainable Development of the Altai Republic.....	148

<b><i>E.L. Schastlivsev, N.I. Yukina, S.G. Pushkin</i></b> Parameters of the Variability of the Mine and Open Pit Waste in the Areas of Transit From the Plant To the River.....	153
<b><i>V.V. Tatur, A.A. Tikhomirov, V.M. Lyapunov, O.N. Omarolinova</i></b> Laser Monitoring of Walls Positions of the Ust-Kamenogorks Lock (2006-2011) .....	161
<b><i>A.A. Hvaschevskaya, V.A. Shusharina</i></b> Petroleum Products in Groundwater Shira Region of Khakassia .....	167
<b><i>B.A. Tsybikova, A.A. Batoeva</i></b> .....	172
<b><i>P.A. Sholokhov</i></b> Estimation of Groundwater Transformation by Urban Impact in Irkutsk Area.....	177
<b><i>N.A. Shumova</i></b> A Simplified Method of Estimation of Soil Water Evaporation under Mulching .....	180
<b><i>T.V. Jaroslavtseva, V.F. Raputa</i></b> Numerical Model of Reconstruction of Volcanic Ash Fields .....	185
<b><i>Part 2</i></b> .....	189
<b><i>T.A. Borisova, B.A. Krasnoyarova</i></b> Use of Quantitative Estimations and Risk Cards for Management of the Transboundary Rivers Basins of the Asian Part of Russia .....	189
<b><i>Yu.I. Vinokurov, B.A. Krasnoyarova</i></b> Transboundary River Basins of Siberia and Central Asia: Conflicts and Action.....	193
<b><i>E.G. Vodichev</i></b> Cross-Border Regions and Euroregions: Evolutions and Approaches and Practices.....	199
<b><i>E.P. Gorlacheva</i></b> Environmental Problems of Invasions of Alien Species of Fish In Water Ecosystems of Cross-Border Territories.....	203
<b><i>V.I. Zabelin, O.I. Kalnaya, T.P. Archimaeva, E.A. Domozhakova, A.D. Sambuu, V.V. Zaika, O.D. Ayunova, S.V. Levykin</i></b> To Ecology of the Transboundary Tes-Khem River Basin (Tesiyn-Gol) (Russia, Tuva, Mongolia) .....	206
<b><i>E.D. Kosheleva, A.T. Zinoviev</i></b> Influence of Transboundary Factors on the Irtysh Water Regime.....	211
<b><i>B.A. Krasnoyarova</i></b> Transboundary River Basins of Siberia and Central Asia: Conflicts and Action.....	218
<b><i>S.G. Platonova, V.V. Skripko</i></b> Natural Prerequisites of Ecological Hazard and Risk for Transboundary Basin of Irtysh River .....	223
<b><i>V.M. Plyusnin, I.A. Belozertseva, V.B. Vyrkin, A.I. Shekhovtsov</i></b> Some Environmental Issues Concerning the Transboundary Territory of Russia and Mongolia (Onon River Basin) .....	227
<b><i>A.B. Pütsyn, G.T. Tsybekmitova, M.T. Itgilova</i></b> Ecological Problems of Pool Transboundary Argun River.....	231

<b>Zh.T. Sivokhip</b> Territorial Analysis of Extreme Hydrological Situations Within Transboundary Ural Basin.....	237
<b>N.V. Stoyashcheva, I.D. Rybkina</b> Ecological-Economic Zoning of the Basin of Transboundary Irtysh River.....	241
<b>Yu.I. Uzbekova, E.B. Ludtceva</b> Transboundary Dialogue Between Russia and Kazakhstan: Environmental Aspect .....	245
<b>V.P. Shesterkin</b> .....	249

*Научное издание*

**ВОДНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

**(в трех томах)**

**Т. III**

Рациональное природопользование и охрана окружающей среды в условиях изменения климата,  
Трансграничные водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии и управление  
водными ресурсами

Труды Всероссийской научной конференции с международным участием,  
посвященной 25-летию юбилею Института водных и экологических проблем

СО РАН

(20-24 августа 2012 г., Барнаул)

Подготовка оригинал-макета О.В. Ловцкой  
Обложка – фото и дизайн Е.Ю. Митрофановой

Подписано в печать 01.07.2012. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Усл п.л. 15,7

Тираж 300 экз. Заказ 47.

Институт водных и экологических проблем СО РАН  
656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1

Отпечатано в типографии ООО «Пять плюс»  
656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 73  
тел. (385-2) 62-85-57, e-mail: [fiveplus07@mail.ru](mailto:fiveplus07@mail.ru)