



## Сохранение речных экосистем в эпоху глобальных изменений

*XI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием  
«Реки Сибири и Дальнего Востока»*



2024

*Сборник трудов конференции*

УДК 556.5  
ГРНТИ 87.35.02; 87.35.29; 87.35.91  
Р 36

Р 36 Реки Сибири и Дальнего Востока. XI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием (Хабаровск, 17–18 ноября 2022 г.). Тема конференции: «Сохранение речных экосистем в эпоху глобальных изменений» / науч. ред. Б.А. Воронов, О.И. Никитина // Сборник трудов конференции — М.: Мир науки, 2024. — Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/18MNNPK24.pdf> — Загл. с экрана.

ISBN 978-5-907731-79-0

В сборнике представлены материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Реки Сибири и Дальнего Востока», которая состоялась 17–18 ноября 2022 года в Хабаровске на базе Института водных и экологических проблем ДВО РАН Хабаровского Федерального исследовательского центра ДВО РАН.

В конференции приняли участие представители научных и учебных заведений, природоохранных организаций, ведомственных структур из России, Китая, Казахстана, Узбекистана. На мероприятии обсуждался широкий круг вопросов по актуальным проблемам сохранения водных экосистем в эпоху глобальных изменений.

Материалы сборника охватывают вопросы сохранения и восстановления биоразнообразия речных бассейнов, антропогенного воздействия на реки от добычи россыпного золота и гидротехнического строительства, сохранения объектов из списка Всемирного наследия ЮНЕСКО, проблемы управления речными бассейнами в условиях климатических изменений, особенности управления трансграничными речными бассейнами.

Представленные материалы могут быть полезны специалистам в области водного хозяйства, гидрологии, биологии и геоэкологии, а также всем заинтересованным в экологически устойчивых подходах к охране и использованию водных экосистем.

**ISBN 978-5-907731-79-0**

© Коллектив авторов  
© ФГБУН «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт водных и экологических проблем», 2024  
© ООО Издательство «Мир науки», 2024

## Оглавление

ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ.....	6
<b>С. Д. Шлотгауэр</b> Сохранение водотоков на севере Охотии как фактор стабилизации экосистем .....	6
<b>И. Е. Хованский, Е. В. Млынар, Л. С. Сунгоркин, А. А. Фурик</b> Современная роль и перспективы традиционного природопользования в Хабаровском крае.....	11
<b>Е. В. Млынар</b> Актуальные вопросы сохранения прибрежных экосистем .....	16
<b>М. Б. Скопец, Л. А. Одзял</b> Результаты обследования нерестилищ осенней кеты в р. Анной (Нижний Амур) в 2018–2022 годах .....	19
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЧНЫМИ БАССЕЙНАМИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА .....	23
<b>Н. Н. Бортин, В. М. Милаев, А. М. Горчаков</b> Влияние природных и антропогенных факторов на водный режим реки Амур .....	23
<b>В. В. Кулаков</b> Взаимодействие поверхностных и подземных вод в Хабаровском водном узле Амура .....	28
<b>О. И. Никитина, М. П. Парилов, Т. А. Парилова</b> Гидрологический мониторинг в Хинганском заповеднике: особенности паводочного периода многоводного года .....	32
<b>А. В. Шаликовский, К. А. Курганович, М. А. Босов</b> Переброска стока из реки Аргунь в озеро Далайнор. Что будет дальше? .....	37
<b>А. У. Абылхасанова, А. В. Убаськин, Т. Ж. Абылхасанов, А. И. Луньков, К. И. Ахметов</b> Экологические риски и управление водными ресурсами в бассейне среднего Иртыша в условиях изменения климата .....	41
ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ .....	45
<b>О. И. Никитина, Ю. М. Гафаров</b> Экологические риски строительства гидроэлектростанций в бассейне Амура .....	45
<b>М. В. Андрианов, О. А. Котиков</b> Крапивинская ГЭС на Томи: заморозить, нельзя достроить! .....	50
<b>П. В. Большаник, Б. В. Усович</b> Антропогенная трансформация поверхностного стока верховьев Иртыша .....	55
<b>Л. М. Кондратьева, З. Н. Литвиненко, Д. В. Андреева, Е. М. Голубева</b> Биогеохимическая оценка изменения состава воды в Бурейском водохранилище после крупного оползня.....	59
<b>В. П. Шестеркин</b> О влиянии оползня на химический состав воды Бурейского водохранилища .....	64

<b>ПРОБЛЕМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОДОБЫЧИ НА РЕЧНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ</b> .....	67
<b>А. В. Шаликовский</b> Влияние добычи россыпного золота на формирование техногенных и природно-техногенных паводков в Забайкальском крае .....	67
<b>О. Н. Чупаченко, А. А. Колотов</b> Спутниковый мониторинг загрязнений рек взвешенными веществами при добыче россыпного золота в 2022 году .....	72
<b>О. А. Иванова</b> Загрязнение водной среды в процессе разработки золотодобывающей промышленности на примере восточного Саяна (рудник «Холбинский»).....	74
<b>УПРАВЛЕНИЕ БАССЕЙНАМИ АЗИАТСКОЙ РОССИИ В ТРАНСГРАНИЧНОМ АСПЕКТЕ</b> .....	77
<b>В. В. Сайков, В. В. Власова-Сайкова</b> Социально-экономические последствия современной политики использования водных ресурсов бассейна реки Амур: выводы и предложения .....	77
<b>В. П. Шестеркин, Н. М. Шестеркина</b> Содержание и сток аммонийного азота в воде реки Амур во время очень сильных наводнений.....	80
<b>А. Ф. Махинова, А. Н. Махинов, Лю Шугуан</b> Влияние паводков на содержание тяжелых металлов в крупных реках Восточной Азии: роль органического вещества в их миграции (на примере реки Амур) ..	85
<b>Н. М. Яворская</b> Характеристика зообентоса реки Большая Пёра после наводнения 2021 года (Амурская область).....	90
<b>Е. В. Млынар, И. Е. Хованский</b> Сохранение водных экосистем при создании и экологическом мониторинге ООПТ .....	95
<b>И. С. Синькова</b> Мониторинг гидрохимического состава воды малых рек г. Хабаровска .....	100
<b>В. В. Власова-Сайкова</b> Тенденции ухудшения состояния водных ресурсов и экосистемы бассейна реки Амур: социальная значимость и влияние на здоровый образ жизни населения .....	105
<b>И. Е. Хованский</b> Вопросы сохранения экосистемы Амурского бассейна .....	109
<b>Е. В. Млынар, И. Е. Хованский</b> Перспективы использования бассейнового речного и озерного фонда .....	112
<b>ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ</b> .....	116
<b>А. А. Никонова, Е. В. Суханова, Е. А. Зименс, В. А. Оболкин</b> Стойкие синтетические поверхностно-активные вещества — приоритетные загрязнители водных экосистем. притоки как основной источник загрязнения озера Байкал синтетическими поверхностно-активными веществами .....	116
<b>О. О. Русановская, С. В. Шимараева, Е. А. Зиллов</b> Видовой состав и динамика численности коловраток в пелагиали южного Байкала в слое 0–50 м в 2020 г.....	121
<b>О. Д. Ермакова</b> О ледовых явлениях рек северного макросклона хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) .....	126

## ЛУЧШИЕ СТАНДАРТЫ И ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ РЕЧНЫМИ БАССЕЙНАМИ. 130

**Р. Г. Валитов**

Водоохранные зоны сезонных водотоков (ручьев и родников) как условие  
восстановления, сохранения водных ресурсов и экосистем планеты земля  
в бассейновых природных каркасах ..... 130

**Д. В. Злобин**

Формирование водно-зеленого каркаса в целях устойчивого развития городов ..... 136

**С. С. Макеев**

Бассейновая комиссия при министерстве экологии и устойчивого развития  
Сахалинской области ..... 141

# ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

## CHALLENGES AND OBJECTIVES IN THE CONSERVATION OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES

### Сохранение водотоков на севере Охотии как фактор стабилизации экосистем

С. Д. Шлотгауэр

*ФГБУН «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения  
Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт водных и  
экологических проблем», Хабаровск, Россия, saxifraga@ivep.as.khb.ru*

**Аннотация.** Исследованы состав и структура растительного покрова заказников Майского, Учурского и памятников природы Уегинские озера, оз. Нек и ХЭЛ-ДЭГИ.

Выявлено проективное покрытие, состав лесообразующих пород, возраст древостоя и бонитет, оказывающих важнейшую роль на состояние гидрологического режима северных водотоков. Отмечено, что смена хвойных формаций (лиственничных, еловых и кедровостланиковых) в результате пожаров и рубок и замена их мелколиственными лесами (березовые, ивовые, ольховые) приводит к снижению экологических функций (водоохранные, противозерозионные, противоселевые и биостационарные).

Перспективная структура размещения ООПТ в бассейне р. Охоты позволит сохранить уникальный реликтовый вид лосося-нейву, десятки видов животного и растительного мира. Сохранение оптимальной лесистости, необходимой водности верховьев р. Охоты обеспечит динамический баланс в структуре экологического каркаса этого крупного в Охотии водотока и связанной с ним системой озер.

### Preservation of watercourses in the north of Okhotia as a factor of ecosystem stabilization

S. D. Schlotgauer

*Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian  
Academy of Sciences, separate division «Institute of Water and Ecology Problems»,  
Khabarovsk, Russia, saxifraga@ivep.as.khb.ru*

**Abstract.** The composition and structure of the vegetation cover of the Maisky and Uchursky reserves and natural monuments Ueginsky lakes, Lake Nek and KHEL-DEGI were studied.

The projective cover, the composition of forest-forming species, the age of the forest stand and the quality of the forest, which play an important role in the state of the hydrological regime of the northern watercourses, have been revealed. It is noted that the change of coniferous formations

(larch, spruce and Siberian pine) as a result of fires and cuttings and their replacement with small-leaved forests (birch, willow, alder) leads to a decrease in ecological functions (water protection, anti-erosion, anti-mudflow and biostationary).

The prospective structure of the PAs in the Okhota River basin will make it possible to preserve the unique relic species of salmon-neiva, dozens of species of flora and fauna. Preservation of the optimal forest cover and the necessary water content in the upper reaches of the Okhota River will ensure a dynamic balance in the structure of the ecological framework of this large watercourse in Okhotia and the system of lakes associated with it.

Исследовано биологическое разнообразие растительности особо охраняемых территорий в Приохотье: Майского, Учурского биологических заказников, памятников природы озер Нек, ХЭЛ-ДЭГИ и Уегинских. Самый крупный по площади Майский заказник (1 млн га) утвержден Правительством Хабаровского края 15 декабря 2021 года. Основная его роль заключается в обеспечении эффективной охраны редкостойных еловых и лиственничных лесов, выполняющих экологические функции по сохранению гидрологического режима одной из нерестовых рек края — Май Половинной.

Территория созданного биологического заказника в бассейне р. Май Половинной (Тугуро-Чумиканский административный район) является резерватом типичных малонарушенных экосистем Западного Приохотья, которые представлены лиственничными, кедрово- и ольховниково-стланниковыми сообществами. Еловые леса отмечены фрагментами и вкраплены в растительный покров по долинам водотоков и подветренным участкам склонов. Бассейн р. Май Половинной находится в сфере контакта охотско-камчатской, восточносибирской, урало-сибирской и в меньшей степени манчжурской областей; двух провинций и трех ботанических округов [1]. Горные структуры Майского, Ушканского, Атагского хребтов, образующие каркас вокруг бассейна р. Май Половинной включают растительные сообщества высоких широт (Арктика) и растения, распространенные циркумполярно в Европе, Азии и Северной Америке. Основное ядро флоры образуют охотско-камчатские растения берингийского происхождения и восточно-сибирские, возникшие на древнем поднятии Ангаридского материка. Это определяет высокое видовое разнообразие с одной стороны, с другой — придает неустойчивость многим растительным сообществам. Свыше 45 % таксонов растительности находятся на пределах своего распространения.

Основная роль утверждаемого заказника состоит в обеспечении эффективной охраны редкостойных лесов на горных склонах, выполняющих основные экологические функции на юго-востоке Охотии. Это: водоохранные, противолавинные, противоселевые и биотические. Последние являются необходимыми для сохранения ценных пушных и промысловых зверей и птиц. В настоящее время лесистость бассейна р. Май составляет 60–65 % от всей площади, что обеспечивает стабильность экосистем бассейна основного водотока и его притоков.

Создание биологического заказника на р. Мае Половинной позволит сохранить гидрологический режим этой красивейшей в регионе реки, обеспечит жизнеспособность ценных древесных пород, состояние редких видов растений и животных и расширит туристический потенциал Охотии.

Проектируемый Учурский заказник (Аяно-Майский административный район) занимает верхнюю часть бассейна р. Учур площадью 680 тыс. га. Протяженность по реке Учур — 265 км. Среднегодовая температура отрицательная и особенно с подъемом в горы она еще больше снижается. Продолжительность периода с устойчивыми морозами при минимальной температуре  $-40^{\circ}\text{C}$  от 20 до 35 дней. Устойчивый снежный покров сохраняется в среднем до 200 дней [2].

Открытые ветрам всех экспозиций водоразделы обдуваются ветрами круглый год, особенно сильны они зимой на вершинах Мирового водораздела.

Бассейн р. Учур из-за труднодоступности был освоен ранее только коренными народами как перевалочный пункт при кочевках. Этой «Учурской тропой» пользовался В.Д. Поярков в 1643–1646 годах и А.Ф. Миддендорф, осуществивший сложный маршрут из Якутска в Удской острог в 1844 году.

В пределах бассейна Учур выявлено три высотных пояса: лесной (горно-таежный), подгольцовый и гольцовый. Горно-таежный занимает широкий диапазон абсолютных высот от 300 до 1 200 метров. Его образует наиболее устойчивая к природно-климатическим условиям порода — лиственница (*Larix gmelinii*). Резко континентальный климат горных морфоструктур, расположенных в «барьерной тени» Токинского Становика, относительно меньшее увлажнение способствуют широкому распространению лиственничников и сосново-лиственничных лесов в бассейне Учур.

Они приурочены к склонам и вершинам гор. На склонах северных экспозиций граница лесной растительности на 150–200 м ниже, чем на южных. Иногда обилие глыбовых осыпей, особенно на склонах 30° крутизны нарушает эту закономерность. На отдельных участках Герана плащ подвижных осыпей на склонах достигает 700–800-метрового уровня, опускаясь до тальвегов долин. На защищенных от ветра участках, которые служат «коридорами», лес поднимается до 1 300 м. Однако, на крутых склонах, подвергшихся пожарам в бассейнах рек Таранда, Ляльми, верхняя граница леса не поднимается выше 600–800 м [2].

Темнохвойные леса отмечены по долинам горных водотоков. Эдификаторы — ели аянская и сибирская (*Picea ajanensis* и *P. sibirica*) — встречаются единично в качестве примеси к горным лиственничникам. Формации из ели аянской свойственны лучше увлажненным склонам восточных экспозиций, как Герана, так Улканского хребтов.

В настоящее время лесистость р. Учур и ее притоков составляет около 52 %, что обеспечивает стабильность экосистемы. После пожаров в средней части Учурского бассейна лесной покров снизился на 10 %, что отрицательно сказывается на водности притоков этой реки.

Основным свойством растительного покрова сложной территории является средообразующий фактор в экосистеме. Здесь таежная растительность является ключевым элементом ландшафта, т. к. разрушение ее ведет к деструкции всей восстановительной системы. Леса юго-западной части Алданского нагорья по ошибке лесоустроительной организации отнесены к категории эксплуатационных. Рубки еловых, лиственничных, сосновых и кедровостланиковых лесов могут существенно нарушить экологические функции экосистем (водоохранную, водорегулирующую, биостационарную), подорвать запасы промысловой фауны уникального района и снизить рекреационный потенциал.

Организация комплексного природного заказника «Учурский» является актуальной и своевременной.

Планируемые к утверждению памятники природы в верхнем течении р. Охоты представляют собой участки южного охотского макросклона горного узла Сунтар-Хаята, самого высокого массива в пределах одноименного хребта. К ним относятся Уегинские озера, озеро Нек и ХЭЛ-ДЭГИ (Охотский административный район).

Необходимость организации новых памятников природы в Охотском районе связано с расширением горнопромышленного освоения северного района.

Система Уегинских озер состоит из семи соединяющихся между собой водоемов. Самым крупным в озерной системе является Уегинское озеро длиной 5,5 км, шириной 1,5 км при глубине 16 м [3].

Суровые природные условия региона способствуют формированию специфической флоры и растительности, в свою очередь являющейся регулятором среды, смягчая суровые климатические факторы и создавая кормовую базу для узкоареального эндемичного вида — нейвы (*Oncorhynchus nerka*), описанного нового вида в системе [4].

Формирование растительного покрова Уегинских озер находится под влиянием зональных факторов, осложненных расчлененностью территории и обводненностью ландшафта. Отчетливо проявляются закономерности лесной, гольцовой и водной растительности в связи с природными условиями поясов. Господствующее положение занимают лиственничные, кедровостланниковые формации с комплексом северо-таежных видов. Бореальные эвтрофные тополево-чозениевые леса образуют узкие лентовидные полосы вдоль рек. Горно-тундровые ландшафты занимают незначительные площади, малоспецифичны, что определяется современным морфолитообразованием, протекающим в условиях горного рельефа и резко континентального климата. Суровые климатические условия обеспечивают стабильные позиции восточносибирских и северо-таежных видов. Прибрежно-водные и водные растения заслуживают первоочередной охраны, т. к. выполняют биостационарную функцию для лососевых и особенно уникального эндемика — нейвы.

Комплексная схема охраны Уегинских озер должна основываться на экологической концепции и призвана отразить все уровни (региональные и локальные). Она включает образование природной охраняемой территории со статусом заказника.

Несмотря на то, что территория не подвергалась активному природопользованию, окрестности зимника и склоны г. Дюшинджа пройдены пожарами. Они лишились лесного покрова. Сниженная лесистость в окрестностях озер является индикатором низкого восстановительного потенциала ландшафта. Нарушение или полное сведение растительности в окрестностях озер может оказаться на процессе естественного возобновления лиственничников. Нарушенные или сведенные леса в условиях Охотского района сопровождаются развитием очень длительных по времени восстановительных процессов. Это скажется на водности наибольших водотоков и озер.

Территория проектируемых памятников природы оз. Нек и ХЭЛ-ДЭГИ относится к верхнему течению р. Охота, которая по длине занимает 6-е место на Дальнем Востоке и 57-е в Российской Федерации. Долина ее в районе ООПТ составляет 90 м в ширину, площадь водного бассейна всей реки равна 19 100 км<sup>2</sup>, а памятник природы имеет в 12 раз меньшую площадь. Питание снеговое и дождевое, объем стока достигает 6 000 км<sup>3</sup> в год, средний расход 200 м<sup>3</sup> в секунду. Река севера Охотии является одной из самых чистых водных объектов края: ионизация 50 мм на 1 метр, мутность реки не более 50 грамм на 1 м<sup>2</sup> [3]. Развитие растительного покрова озерно-речных систем оз. Нек и ХЭЛ-ДЭГИ определено сочетанием контрастных климатических элементов, значительной абсолютной высотой гор, широким распространением крупноглыбовых отложений, многолетней мерзлотой, следами двухкратных горно-долинных оледенений. Закономерности высотной зональности, четко проявляющихся в системе бассейна р. Охоты, здесь выражены слабо. Горно-тундровые сообщества по осыпям, моренам и циркам заходят в лесную зону (600–700 метров над уровнем моря), заросли кедрового стланика, наоборот, в подветренных склонах, надежно защищенных глубоким снежным укрытием, достигают 1 100–1 200 метров над уровнем моря. Господствующее положение занимают лиственничные леса, на горах (урочище Перевал, истоки р. Хадды и др.) — чаще редкостойные низкого бонитета и запасов. Леса с более высокими показателями полноты и бонитета растут на хорошо дренированных участках морен (устье р. Хэл), где они делят свое господство с кедровостланниковыми и ольховниковыми формациями. Бореально-эвтрофные тополево-чозениевые леса формируются вдоль хорошо разработанных русел рек.

В связи с тем, что растительный покров озерных систем оз. Нек и ХЭЛ-ДЭГИ сфокусирован в маломощном приповерхностном слое биогеоценозов, его фитоэкологическая роль не поддается оценке, т. к. обладает повышенной чувствительностью к разного рода природным и антропогенным нагрузкам. Это относится к редкостойным лиственничникам, зарослям кедрового стланика и ольховника, различным типам горных тундр [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Сочава В.Б. Опыт деления Дальнего Востока на физико-географические области Северной Азии // Доклады Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. Иркутск. 1968. Вып. 19. С. 3–20.*
2. *Реутт А.Т. Растительность. // Север Дальнего Востока. Природные условия и естественные ресурсы СССР. М.: Изд-во «Наука», 1970. С. 257–300.*
3. *Куликов А.Н. Они нуждаются в защите. Нейва. Хабаровск: ООО «Медиа-Мост», 2020. 15 с.*
4. *Волобуев В.В., Горохов М.Н., Голованов И.С., Хованская Л.Л., Ямборко А.В. Нерка *Oncorhynchus Nerka* (Waldbaum) северо-восточной части материкового побережья Охотского моря. // Вестник Камчат. ТГУ, № 49, 06, 2019. С. 49–58.*

## Современная роль и перспективы традиционного природопользования в Хабаровском крае

И. Е. Хованский<sup>1</sup>, Е. В. Млынар<sup>1</sup>, Л. С. Сунгоркин<sup>2</sup>, А. А. Фурик<sup>3</sup>

<sup>1</sup>МРОО «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов «Рост Регионов», Хабаровск, Россия, [ikhovansky@mail.ru](mailto:ikhovansky@mail.ru)

<sup>2</sup>Хабаровская краевая общественная организация «Объединение по защите культуры, прав и свобод коренных малочисленных народов Приамурья», Хабаровск, Россия, [sungorkin\\_leo@bk.ru](mailto:sungorkin_leo@bk.ru)

<sup>3</sup>Территориально-соседская община коренных малочисленных народов Севера «Сэнки» (Багульник), Советская Гавань, Россия, [aleksandr.furik@mail.ru](mailto:aleksandr.furik@mail.ru)

**Аннотация.** Хабаровский край является территорией традиционного проживания нескольких коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (КМНС), которые исторически заселяют как Приамурье, так и примыкающие морские побережья. В 2021 г. в Амур подошло меньше рыбы, чем ожидалось, при этом был разрешен лов плавными сетями. Как результат, нерестилища оказались пусты, а рыболовные заводы не заложили планового количества оплодотворенной икры, что ставит под угрозу дальнейшее эффективное воспроизводство осенней кеты в Амуре и экономические перспективы рыболовства. Из-за слабого подхода нет возможности отловить рыбу для нужд коренного населения, принимаемые решения по раздаче бесплатной рыбы социально нуждающимся представителям КМНС не приводят к снижению социальной напряженности. В качестве положительного примера приводится состоявшийся референдум в Аяно-Майском районе по недопущению строительства экологически опасного производства метанола. На основе анализа ситуации предложены пути преодоления негативных последствий, прежде всего, за счет изменения организации промысла и развития искусственного воспроизводства.

## Modern role and prospects of traditional nature management in the Khabarovsk territory

I. E. Khovansky<sup>1</sup>, E. V. Mlynar<sup>1</sup>, L. S. Sungorkin<sup>2</sup>, A. A. Furik<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Socially Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance to the Socio-Economic and Cultural Rising of Regions «Rising of Regions», Khabarovsk, Russia, [ikhovansky@mail.ru](mailto:ikhovansky@mail.ru)*

<sup>2</sup>*Habarovsk Regional Public Organization «Association for the Protection of Culture, Rights and Freedoms of Amur Region Indigenous Minorities» Khabarovsk, Russia, [sungorkin\\_leo@bk.ru](mailto:sungorkin_leo@bk.ru)*

<sup>3</sup>*Territorial-neighbouring community of indigenous minorities of the North «Senki», Sovetskaya Gavan, Russia, [aleksandr.furik@mail.ru](mailto:aleksandr.furik@mail.ru)*

**Abstract.** Khabarovsk Krai is the territory of the traditional residence of several indigenous minorities of the North, Siberia and the Far East of the Russian Federation (INDIGENOUS MINORITIES), which historically inhabit both the Amur Region and the adjacent sea coasts. In 2021,

fewer fish came to the Amur than expected, while fishing with floating nets was allowed. As a result, the spawning grounds were empty, and fish hatcheries did not lay the planned amount of fertilized caviar, which jeopardizes the further effective reproduction of autumn chum salmon in the Amur and the economic prospects for fishing. Due to the weak approach, it is not possible to catch fish for the needs of the indigenous population, the decisions taken to distribute free fish to socially needy representatives of indigenous minorities do not lead to a decrease in social tensions. As a positive example, the referendum held in the Ayano-Maysky district to prevent the construction of environmentally hazardous methanol production is cited. Based on the analysis of the situation, ways to overcome the negative consequences are proposed, primarily by changing the organization of fishing and the development of artificial reproduction.

Хабаровский край является территорией традиционного проживания нескольких коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (КМНС), которые исторически заселяют как Приамурье, так и примыкающие морские побережья. Во все времена коренные народы занимались традиционным природопользованием, связанным с рыболовством, охотой и собирательством, оленеводством, составляющим важнейшую часть культурного наследия. Сохранение национальных культур и традиций является одним из направлений внутренней государственной политики.

Одним из основных видов традиционного природопользования в Хабаровском крае является рыболовство, которое играет важную роль в поддержании нормального существования коренного населения. Однако, в последнее время, в связи с сокращением подходов и уловов тихоокеанских лососей, прежде всего, амурской осенней кеты, ситуация в этой отрасли является крайне социально напряженной. И это именно та ситуация, когда социальные аспекты становятся более важными, чем чисто экономические интересы. Из-за недостаточности ресурса и пересечения интересов промышленного и традиционного рыболовства возникает конфликтная ситуация, требующая разумного подхода и компромиссного решения, учитывающего как интересы рыбаков, так и необходимость принятия срочных мер по сохранению и восстановлению ресурса. Причем нерешенность общественно значимых и волнующих население вопросов, наряду с их затягиванием и замалчиванием, как правило, приводит к социально психологическим последствиям. Их негативное влияние на экономику хотя иногда и трудно оценить, но, несомненно, они перечеркивают все экономические эффекты.

Несмотря на то, что крайне важны интересы промышленности, мы, тем не менее, отмечаем приоритет социальных вопросов коренных малочисленных народов (КМНС) и интересы остального населения (например, любительское рыболовство и доступность рыбы и рыбной продукции). Именно этим руководствовались наши управленцы, возвращая в 2021 г. на Амур сетной лов (лов осенней амурской кеты плавными сетями), тогда как первоначальная стратегия предусматривала сохранение запрета [1; 2]. Надо было снять социальную напряженность, решить проблемы людей. Хотя результат действия запрета на сети в предыдущем году был весьма обнадеживающим — весной молоди лосося скатилось из Амура в четыре раза (!) больше, чем обычно [3]. К сожалению, несмотря на паводки и высокий уровень воды в реке в 2021 г., рыбы подошло меньше, чем ожидалось, при этом плавными сетями только официально была поймана половина всего улова. Как результат, нерестилища оказались пусты, а рыбоводные заводы не заложили планового количества оплодотворенной икры, что ставит под угрозу дальнейшее эффективное воспроизводство осенней кеты в Амуре и экономические перспективы рыболовства [4–6].

Несмотря на разрешенные сети, из-за слабого подхода отловить рыбу для нужд коренного населения в верхних участках реки не было возможности. Со стороны губернатора и администрации были приняты решения по раздаче бесплатной рыбы социально

нуждающимся представителям КМНС [7; 8]. Однако, это не привело к снижению социальной напряженности: ассоциация коренного населения требует принятия мер по прекращению всякого лова кеты на Амуре, за исключением для нужд КМНС [9]. При этом возросло число национальных общин, управление которыми осуществляют совсем не представители коренного населения, и которые фактически занимаются скрытым промышленным ловом. Причем все это на фоне увеличения браконьерского пресса и невозможности организации должной охраны биоресурсов из-за недостаточного государственного финансирования.

Но положительные примеры экологических решений, связанных с традиционным природопользованием в Хабаровском крае, есть. Именно мнение населения сыграло главную роль, когда не так давно решался вопрос возможности строительства в Аяно-Майском районе Хабаровского края высокотоксичного крупного газохимического предприятия по производству метанола и других вредных для биоресурсов веществ. Голос общественности был услышан, хотя во многом он был не от представителей наиболее заинтересованного рыбного сообщества.

Строительство планировалось на средства инвесторов из Китая, где размещение подобных производств запрещено. Аяно-Майский район является северным, малонаселенным, но имеет выход к Охотскому морю, в прибрежье района обитает камчатский краб хорошо сохранившейся аяношантарской популяции, на нерест к морскому берегу подходит тихоокеанская сельдь, а в реки района — тихоокеанские лососи. Большая часть территории является местом традиционного природопользования местного аборигенного населения; кроме рыболовства, развито оленеводство и недропользование, имеются особо охраняемые природные территории, в том числе федерального значения. Тем не менее, с учетом предполагаемого значительного объема инвестиций, вопрос о размещении такого исключительно вредного производства был практически решен, и только активность местного населения при поддержке Российской экологической партии

«Зеленые» не позволила инвестору продолжить свои действия (проектирование и др.). Следует добавить, что на период строительства на территорию района планировался завоз иностранных рабочих из Китая в количестве более чем в три раза превышающем общую численность местного населения, что могло привести, в том числе, к негативной ситуации в этно-социальной сфере.

Вопрос о недопущении строительства удалось решить в правовом поле — через проведение районного референдума (март 2021 г.), при поддержке академической науки и общественников, когда жители района сказали однозначно «нет» опасному производству [10]. В данном случае негативные диспропорции и их социально-психологические последствия удалось преодолеть, но опасность размещения вредных химических производств сохраняется, в частности, кроме Хабаровского края (Охотский и тот же Аяно-Майский районы, где поступают новые аналогичные предложения), в Приморском крае, Камчатском крае, Амурской области, Магаданской области. Необходимы меры по недопущению экологического загрязнения, в том числе и на законодательном уровне, с реализацией местных полномочий. Мы, как биологи-экологи, общественники, защитники рыбохозяйственной отрасли — отрасли, базирующейся на возобновляемых природных ресурсах, хотим видеть у наших берегов рыбу, а не безжизненные, загрязненные токсинами водные акватории.

При комплексном подходе к управлению запасами водных биологических ресурсов необходимо, во-первых, не только обеспечить сохранность этих ресурсов, но и предусматривать, в том числе, и социально-психологические последствия от негативных явлений и воздействий. Из угроз на первом месте здесь стоит экология, затем браконьерство и переловы. Прежде всего, необходимо обеспечить проход рыбы — как к нерестилищам для естественного воспроизводства, так и к рыбоводным пунктам для искусственного разведения. За счет чего? Главным образом, не за счет квотирования в условиях невозможности достижения достоверного прогноза, а за счет проходных дней и нормального контроля за этим

процессом. Чем выше по реке, тем проходных дней должно быть больше, и с какого-то километра, в зависимости от урожайности поколения и интенсивности хода лососей, ловить будет нельзя совсем. Любой, кто ловит в проходной день — браконьер! И здесь не следует отдавать приоритет тому или иному орудию лова (заездки и ставные невода, плавные и ставные сети). Любое орудие можно превратить в браконьерское, но необходимо выработать общественное неприятие любого браконьерства, в том числе и так называемого, социального, связанного с обеспечением жизнедеятельности своих семей при отсутствии работы и должного постоянного дохода. Необходимо предоставить людям возможность достойной работы и получения легального дохода. А если для тех участков, которые расположены выше по реке, в какой-то слабоурожайный год лососевого ресурса не хватит, должна быть возможность переориентирования предприятий на добычу и переработку другого рыбного сырья, ресурсы которого в настоящее время недоосваиваются. При этом должна возрасти роль комиссии по регулированию промысла анадромных рыб, возможность принятия ею оперативных, практически ежедневных решений, в том числе и по орудиям лова, для чего скорее целесообразно сокращение численности и повышение компетентности состава комиссии, выделение дополнительных средств на достоверный учет и обоснованные научные рекомендации.

Как решить проблему КМНС? Сейчас мы имеем практически бесконтрольное рыболовство по всей акватории — множество единиц добычи. Их количество необходимо сократить, либо с объединением представителей КМНС и коренного старожильческого населения одного поселения в одну бригаду, либо оставить индивидуальный отлов, но под инспекторским контролем в одном отведенном месте. При большом количестве местного населения можно организовать несколько мест добычи. На эти места и лов также должен распространяться общий режим проходных дней, но при этом не следует ограничивать количество отловленной рыбы на человека (50 кг) — разрешить отлавливать столько, сколько отловят, главное, чтобы все было учтено. Возможно, с какого-то объема вылова необходимо будет взимать налог на водно-биологические ресурсы (ВБР). А если в верхних районах отловить по 50 кг не получится, то включить региональные социальные программы и приобрести необходимые объемы рыбы у промышленников, чтобы бесплатно раздать представителям коренного населения. Либо предусмотреть механизм социальной финансовой компенсации при невозможности получения бесплатной рыбы.

Еще раз повторимся, что основное и главное — это сохранение водно-биологического ресурса (ВБР) и социально-психологической стабильности населения, достижение чего возможно, в том числе, и за счет расширения искусственного воспроизводства ВБР, с привлечением к данным программам большего числа прибрежных жителей. Необходимо строительство и оборудование дополнительных рыбоводных модулей, которые завязывать, прежде всего, на коренное население (КМНС), посредством ассоциаций и общин. При этом КМНС получают дополнительный выход на реку, и самое главное, дополнительный внутренний психологический стимул и заинтересованность в сохранении ВБР. Заказчиками молодежи могут выступать как сами КМНС (при наличии у них рыбоводных участков), либо промышленники, как субъекты, заинтересованные в стабильности сырьевой базы, либо предприятия, которым необходимо компенсационные мероприятия по хозяйственной деятельности. Здесь возможна и государственная поддержка через действующие региональные программы субсидирования сельскохозяйственного производителя, а также частно-государственное партнерство. При этом мальков необходимо перевести в товарную продукцию, что также в принципе возможно в правовом плане. Инвесторами данного большого направления могут выступать как отечественные, так и зарубежные предприниматели (например, из Японии, Китая и др.). Если данная программа заработает, то прослеживается дополнительный импульс экономического развития территории, связанный с созданием и расширением специализированного производства для рыбоводной отрасли, переработкой дополнительного сырья, обучением и повышением квалификации персонала и

т. д. Не следует забывать, что коренные народы — такие же полноправные участники общечеловеческого цивилизационного процесса, и свое будущее они должны строить и связывать не только с рыбой и природными ресурсами, а и с развитием других современных производств, технологий и направлений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Дегтярев: местные жители должны иметь право ловить рыбу в Амуре* // <https://newstracker.ru/news/society/15-04-2021/degtyaryov-mestnye-zhiteli-dolzhy-imet-pravo-lovit-rybu-v-amure>.
2. *Дегтярев выведет проблему сохранения реки Амур на федеральный уровень* // <https://novostivolgograda.ru/news/society/24-06-2021/degtyarev-vyvedet-problemu-sohraneniya-reki-amur-na-federalnyu-uroven>.
3. *Проведен учет молоди тихоокеанских лососей в период ската* // <https://fish.gov.ru/news/2021/05/28/proveden-uchet-molodi-tikhookeanskikh-lososej-v-period-skata/>.
4. *За рыбу взялась власть в Хабаровском крае* // <https://transsibinfo.com/news/society/12-11-2021/za-rybu-vzylas-vlast-v-habarovskom-krae>.
5. *Поможет ли запрет на вылов вернуть лосось в Амур* // <https://rg.ru/amp/2021/12/02/reg-dfo/pomozhet-li-zapret-na-vylov-vernut-losos-v-amur.html>.
6. *Рыбный коллапс обсуждают в Хабаровском крае* // <https://transsibinfo.com/news/society/17-11-2021/rybnyu-kollaps-obsuzhdayut-v-habarovskom-krae?yrwinfo=1639316170676830-6541615777483328102-sas3-1012-26a-sas-17-balancer-8080-BAL-5447>.
7. *В Хабаровском крае началась отгрузка лососей для КМНС* // <https://transsibinfo.com/news/society/25-11-2021/nanaytsev-obespechat-ryboy-v-habarovskom-krae>.
8. *Коренные народы «закормят» рыбой в Хабаровском крае* // <https://transsibinfo.com/news/society/18-11-2021/korennye-narody-zakormyat-ryboy-v-habarovskom-krae>.
9. *Запретить добычу кеты заездами требуют жители Хабаровского края* // <https://www.dvnovosti.ru/khab/2021/10/08/134808/>.
10. *Мнение участников референдума по китайскому заводу будет услышано* // <https://habarovsk.bezformata.com/listnews/uchastnikov-referenduma-po-kitayskomu/92200181/>.

## Актуальные вопросы сохранения прибрежных экосистем

Е. В. Млынар<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный  
медицинский университет», Хабаровск, Россия, [mlynar@bk.ru](mailto:mlynar@bk.ru)

<sup>2</sup>МРОО «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического  
и практического содействия социально-экономическому и культурному росту  
регионов «Рост Регионов», Хабаровск, Россия

**Аннотация.** В настоящее время вопросы сохранения прибрежных экосистем приобрели особую значимость, поскольку от их стабильного функционирования во многом зависит нормальное функционирование отдельных пресноводных и морских компонентов, а также качество жизни населения. На протяжении последних 10 лет в одной из базовых рек Хабаровского края (р. Тумнин), при полном отсутствии промышленного лова кеты, этот вид рыбы практически не встречается даже в уловах при традиционном рыболовстве. Схожая картина наблюдается и с горбушей: несмотря на полный запрет ее добычи в данном районе, восстановление ее численности не происходит. К первоочередным мерам восстановления должны быть отнесены массовые мероприятия по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей, поскольку естественным путем они восстановиться не могут (о чем свидетельствует статистика последних 5–7 лет).

## Topical issues of coastal ecosystems preservation

E. V. Mlynar<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia, [mlynar@bk.ru](mailto:mlynar@bk.ru)

<sup>2</sup>Socially Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance  
to the Socio-Economic and Cultural Rising of Regions «Rising of Regions», Khabarovsk, Russia

**Abstract.** Currently, the issues of preserving coastal ecosystems have acquired special importance, since the normal functioning of individual freshwater and marine components, as well as the quality of life of the population, largely depend on their stable functioning. Over the past 10 years, in one of the base rivers of the Khabarovsk Territory (the Tumnin River), in the complete absence of industrial fishing for chum salmon, this type of fish is practically not found even in catches during traditional fishing. A similar picture is observed with pink salmon: despite the complete ban on its extraction in this area, the restoration of its number does not occur. The priority measures of restoration should include mass measures for the artificial reproduction of Pacific salmon, since they cannot recover naturally (as evidenced by the statistics of the last 5–7 years).

В настоящее время вопросы сохранения прибрежных экосистем приобрели особую значимость, поскольку от их стабильного функционирования во многом зависит нормальное функционирование отдельных пресноводных и морских компонентов, а также качество жизни населения. При этом отдельно стоит отметить, что среди факторов, в значительной мере влияющих на стабильность прибрежных экосистем, необходимо выделить постоянно

увеличивающееся антропогенное воздействие. Антропогенный пресс осуществляется не только за счет участвовавших в последние годы техногенных катастроф, но и за счет значительного увеличения добычи водных биологических ресурсов, составляющих значимое звено в морских трофических цепях. Следует отметить, что морское рыболовство играет ключевую роль в поддержании баланса при освоении этих ресурсов. Так, по данным ФАО [1], в последние годы мировой вылов в морях в 7 раз превышал добычу во внутренних водоемах, что свидетельствует о значимости человеческого влияния на морские и прибрежные экосистемы. Морские водные биологические ресурсы — неотъемлемый компонент рыбохозяйственного комплекса многих стран и можно констатировать, что при грамотном подходе продуктивность океанов изначально не только может обеспечивать полноценное функционирование природных экосистем, но и позволяет существовать населению земли.

Рыбохозяйственный комплекс играет не только значимую экономическую роль и призван решать экологические вопросы сохранения водных биоресурсов, но и включает также социальную нагрузку, связанную с вопросами, значение которых иногда становится крайне важным. Ранее мы уже анализировали ряд проблем промышленного и традиционного рыболовства, прямо или косвенно оказывающих влияние на прибрежные экосистемы [2; 3]. Однако, поскольку проблемы во многом связаны с существующей практикой освоения биоресурсов, к сожалению, не претерпевающей существенных изменений, несмотря на отмечаемое исследователями снижение эффективности воспроизводства ценных объектов, вопрос о функционировании прибрежных экосистем по-прежнему остается открытым. В связи с этим мы попробуем вновь на примере наиболее распространенных в регионе ресурсов дать оценку современному состоянию прибрежных экосистем Хабаровского края, а также предварительный прогноз на ближайшее будущее.

На хабаровском побережье к распространенным в определенные сезоны в прибрежных экосистемах видам добываемых водных биологических ресурсов относятся, прежде всего, тихоокеанские лососи и рыбы прибрежного комплекса. Мы все знаем, что ежегодно не только рыбодобывающие компании, но и многие жители переориентирует свою деятельность на рыболовство с целью добычи массовых видов тихоокеанских лососей, прежде всего, горбуши и кеты. При этом, хотя ситуация с данным ресурсом достаточно неоднозначна, в пределах Хабаровского края видны четкие негативные тенденции в сторону резкого сокращения их численности. В связи с чем прибрежные экосистемы продолжают испытывать значительный стресс от сокращения используемых нерестовых площадей и, вследствие низких подходов производителей, значительного снижения биогенных веществ, насыщающих прибрежные комплексы после нереста. Также, вследствие отсутствия такого важного для побережья трофического звена, как тихоокеанские лососи, многие прибрежные объекты в значительной мере изменили свою численность и перераспределились в пределах ареала.

Отсутствие должного количества молоди тихоокеанских лососей в ближайшее время может привести к тяжелейшему подрыву устоявшихся в прибрежных комплексах биоценозов. Добыча же тихоокеанских лососей на побережье, несмотря на поздние попытки направить ее в регулируемое русло, в настоящее время перестает играть ключевую роль в быстром восстановлении их численности. Отсутствие должного числа производителей в некоторых местах традиционного нереста тихоокеанских лососей не позволяет самостоятельно восстановить истинную структуру стад кеты и горбуши. Об этом прямо свидетельствует тот факт, что, например, при полном отсутствии промышленного лова кеты в одной из базовых рек Хабаровского края (р. Тумнин) на протяжении последних 10 лет, в настоящее время этот вид рыбы практически не встречается даже в уловах при традиционном рыболовстве. Схожая картина наблюдается и с горбушей. В последние годы, несмотря на полный запрет ее добычи в данном районе, восстановление ее численности не происходит. Виной этому является слабое и неуверенное управление ее промыслом. После последнего года ее значительной добычи (а также перелова) на побережье Татарского пролива, наступил длительный спад,

продолжающийся по сегодняшний день. В настоящее время ее популяция уже не способна самостоятельно восстановить свою численность. Что интересно, эти факты полностью понимают не только многие специалисты, но и промышленники. За последние 5 лет до 80 % самых крупных промышленников избавились от имеющегося у них рыбохозяйственного ресурса (участки для добычи, перерабатывающие мощности, орудия лова и т. д.). Удивителен тот факт, что несмотря на явное снижение ресурса (что способны отметить даже жители, не связанные с добычей), органы государственной власти, осуществляющие управление добычей тихоокеанских лососей, не принимают явных попыток и мер по восстановлению их численности, и соответственного, восстановлению прибрежных экосистем.

К таким мерам, на наш взгляд, в первую очередь должны быть отнесены массовые мероприятия по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей в прибрежных районах. Выполнение подобных работ в настоящее время может стать одним из самых действенных способов восстановления баланса в прибрежных экосистемах, поскольку естественным путем они восстановиться не могут, о чем свидетельствует статистика последних 5–7 лет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *ФАО. 2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры — 2020. Меры по повышению устойчивости. Рим, ФАО. <https://doi.org/10.4060/ca9229ru>.*
2. *Хованский И.Е., Зеленева Г.К., Крушанова А.С., Коцюк Е.А., Литвинцев А.А., Услонцев А.А., Млынар Е.В. Оценка современного состояния и уровня использования запасов водных биологических ресурсов Хабаровского края // Вопросы рыболовства. 2009. Т. 10. № 3(39). С. 433–452.*
3. *Млынар Е.В., Хованский И.Е. Вопросы промысла и традиционного рыболовства тихоокеанских лососей на побережье Татарского пролива (Хабаровский край) / Рыбное хозяйство. 2021. № 2. С. 31–35.*

## Результаты обследования нерестилищ осенней кеты в р. Анюй (Нижний Амур) в 2018–2022 годах

М. Б. Скопец, Л. А. Одзял<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ассоциация коренных и малочисленных народов Хабаровского края

**Аннотация.** Обследование нерестилищ осенней формы кеты в р. Анюй бассейна Нижнего Амура показало чрезвычайно низкую численность и плотность лососей. Полученные данные отражают общий характер изменения численности всего стада амурской кеты в последнее десятилетие, а именно — ее резкое падение, вызванное прежде всего промышленным переловом в устье реки. Еще 20–30 лет назад в Анюй заходило несколько сотен тысяч производителей нерестовой кеты. Общая численность лососей, учтенных в пределах основных нерестилищах реки, в 2018 году составила 254 особи (плотность 0,108 шт./100 м<sup>2</sup>), в 2019 году — 1 083 (0,462), в 2020 — 4 556 (1,256), в 2021 году — 46 особей (0,014 шт./100 м<sup>2</sup>).

В 2022 году заходы лососей в р. Анюй были несколько выше: учтенная по той же стандартной схеме численность нерестующих лососей оказалась равной 2 610 (средняя плотность 0,814 шт./100 м<sup>2</sup>). Оптимальная численность кеты на нерестилищах составляет 50 особей на 100 м<sup>2</sup>. Учтенная плотность производителей осенней кеты в р. Анюй в 2018–2020 годах не превышала в первых единицах процентов от оптимальной, а в 2021 году она была близка к нулю.

## Results of spawning grounds survey of autumn chum salmon in the Anyui river (lower amur) in 2018–2022

M. B. Skopets, L. A. Odzyal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Association of Indigenous People and Minorities of the Khabarovsk Territory

**Abstract.** The October surveys of the autumn form of chum salmon spawning grounds in the Anyui River (Lower Amur basin) showed extremely low numbers and density of salmon. The obtained data reflect general changes in the number of Amur chum salmon stock in the last decade, namely, its sharp decline, caused primarily by commercial overfishing in the river mouth. Only 20–30 years ago, several hundred thousand autumn chum spawners were entering the Anyui. The average density of salmon counted within the main spawning grounds of the river in 2018 was 254 specimens (density 0,108 per/100 m<sup>2</sup>), in 2019 — 1 083 (0,462), in 2020 — 4 556 (1,256) and in 2021 — 46 specimens (0,014 per/100 m<sup>2</sup>). In 2022, the salmon numbers in the Anyui River were somewhat higher: the number of spawning salmon counted according to the same standard scheme turned out to be 2 610 (average density 0,814 specimens/100 m<sup>2</sup>). The optimal chum salmon density on the spawning grounds is 50 fish/100 m<sup>2</sup>. The actual data in the Anyui in 2018–2020 and 2022 did not exceed a few percent of the optimal density, and in 2021 it was close to zero.

Численность амурской кеты в последнее десятилетия сильно снизилась. Ассоциация коренных и малочисленных народов Хабаровского края в течение четырех последних лет проводила независимые учеты численности тихоокеанских лососей на разных притоках

амурского бассейна. Река Анюй является важным нерестовым притоком Нижнего Амура — еще 20–30 лет назад сюда заходили сотни тысяч штук осенней кеты.

Работы проводили с 2018 по 2021 годы в последнюю неделю октября двумя независимыми группами с использованием плоскодонных деревянных лодок с подвесными моторами (передвижение под мотором, сплавом и на шестах). При обследовании использовался GPS навигатор GARMIN Montana 680t, антибликовые поляризационные очки, термометры для измерения температур воды и воздуха, цифровые фотоаппараты.

Были обследованы нерестилища осенней кеты на 50-километровом участке русла реки Анюй между точками с координатами N49°14'03"/E137°06'11" и N49°22'23"/E137°26'12" (табл. 1). Общая средняя протяженность учетных маршрутов составила не менее 200 километров проток и основного русла реки.

**Таблица 1**

**Основные данные по обследованным нерестилищам р. Анюй**

Нерестилище	Координаты, верх	Координаты, низ	T° (°C)	Длина / ширина (м)	Площадь, (м <sup>2</sup> )	Глубина (м)
<b>Верхняя Кордя</b>	N49°14'19" E137°09'31"	—	4,2	100/9	900	0,5–1,7
<b>Нижняя Кордя</b>	N49°14'12" E137°08'30"	N49°14'11" E137°07'30"	4,0	1 210/15	18 150	0,5–1,5
<b>Рябчика</b>	N49°13'51" E137°11'35"	N49°13'51" E137°11'20"	6,0	101/8	808	0,5–1,5
<b>Аджу-1</b>	N49°19'31" E137°23'49"	N49°17'06" E137°20'30"	3,6–4,0	6 500/18	117 000	0,5–2,0
<b>Аджу-2</b>	N49°19'40" E137°23'18"	N49°19'40" E137°23'18"	4,0	100/10	1 000	0,5–1,0
<b>Кептали</b>	N49°14'34" E137°12'15"	N49°14'35" E137°11'36"	5,4	1 080/16	17 280	1,0–1,5
<b>Саали</b>	N49°14'27" E137°10'20"	—	4,6	2 400/17,5	42 000	—
<b>Бира</b>	N49°14'02" E137°13'49"	N49°14'25" E137°12'16"	5,0	2 006/25	50 150	0,5–1,2
<b>Хали</b>	N49°17'17" E137°17'25"	—	5,0	200/30	6 000	0,5–1,5
<b>Паси</b>	N49°10'02" E137°16'30"	N49°16'50" E137°16'17"	5,4	950/10	9 500	0,5–1,5
<b>Нело</b>	N49°16'20" E137°16'45"	N49°15'33" E137°15'50"	5,4	1 566/40	62 640	0,6–1,5
<b>Кыкычан (Цистерна)</b>	N49°15'04" E137°14'17"	N49°14'41" E137°14'01"	5,5	780/12	9 360	0,5–1,0
<b>Вайкули</b>	N49°20'27" E137°23'37"	N49°20'00" E137°23'23"	5,4	1 500/15	22 500	0,5–1,0
<b>Ульма-1</b>	N49°20'55" E137°25'47"	N49°20'41" E137°20'41"	6,6	250/5	1 250	1,5–2,0
<b>Ульма-2</b>	N49°21'44" E137°25'47"	N49°20'55" E137°25'47"	6,6	430/4	1 720	1,5–2,0
<b>Муха</b>	N49°22'37" E137°27'17"	N49°22'26" E137°26'10"	5,0	1 450/15	21 450	0,5–1,0

Верхняя и нижняя границы участков размножения лососей в конкретной протоке фиксировались с помощью навигатора GPS в соответствии с гидрологическими характеристиками, наличием рыбы и указаниями проводников из местных жителей. Длина нерестилищ вычислялась по прямой между двумя указанными точками. В некоторых случаях мы определяли с помощью навигатора координаты только верхней по течению границы нерестилища, а затем визуально оценивали его общую длину. Учеты проводили путем визуального подсчета нерестующих и отнерестовавших особей осенней кеты на нерестилищах и непосредственно ниже них по реке.

Река Анюй в районе поселка Арсеньево имеет характер внутренней дельты с множеством больших и малых протоков, текущих по широкой, плоскодонной, заполненной галечниковыми отложениями долине. Река разбивается на многочисленные, постоянно возникающие и замыаемые протоки, многие из которых перекрыты древесными заламами. Обследованный отрезок реки характеризуется высокой динамичностью; многие протоки и древесные заломы существенно изменяются после каждого паводка. В частности, долина реки была существенно переработана высокими осенними паводками 2019–2021 годов.

Нерестилища осенней кеты в р. Анюй располагаются как в основном русле, так и в боковых протоках реки, всегда на участках с выходами подруслового стока или же грунтовых вод глубинного залегания. Из-за большой динамичности этого участка реки пригодность конкретных участков для нереста в разные годы может меняться. Тем не менее, многие нерестилища обследованного участка существуют в течение нескольких десятков лет. В таблице 1 приведены размеры, площадь и другие параметры нерестилищ осенней кеты, определенные в 2020 году.

Сравнение заходов кеты в р. Анюй в последние годы показало, что с 2018 по 2020 год численность нерестовавших рыб и их плотность в местах размножения стабильно возрастала (табл. 2). Следующий, 2021 год оказался совершенно провальным: рыбы в р. Анюй зашло примерно в сто раз меньше по сравнению с предыдущим годом. Это вполне согласуется с тем фактом, что общая численность амурской кеты в 2017 году (основное родительское поколение кеты, вернувшейся в 2021 году) была чрезвычайно низкой. В 2021 году значительная часть дошедших до мест нереста рыб появилась в реке Анюй незадолго до нашего обследования — только после введения запрета на промысел, который состоялся 21 сентября. То есть, интенсивность лова по р. Амур (и браконьерства в низовьях р. Анюй) была такова, что практически не оставляла рыбам шансов дойти до мест размножения. В 2022 году численность производителей осенней кеты на обследованных нерестилищах р. Анюй была заметно выше по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 2

**Сравнение зарегистрированной численности осенней кеты на некоторых нерестилищах реки Анюй в период с 2018 по 2022 годы (учтенные производители плюс снетка)**

Нерестилище	2018	2019	2020	2021	2022
Нижняя Кордя	0	0	3	0	0
Верхняя Кордя	4	63	63	4	41
Рябчика	33	166	83	0	152
Бира	нет данных	нет данных	51	0	64
Кептали	9	37	112	0	85
Хали	нет данных	нет данных	119	2	180
Паси	нет данных	нет данных	68	0	171
Саали	4	31	0	нет данных	нет данных
Нело	нет данных	нет данных	1 061	17	310
Кыкычан (Цистерна)	164	28	84	0	273
Аджу	нет данных	нет данных	614	0	314
Аджу-2	нет данных	нет данных	65	0	нет данных
Вайкули	7	86	270	18	115
Муха	нет данных	нет данных	1 647	0	139
Ульма	33	672	316	5	766
<b>Общая численность</b>	<b>254</b>	<b>1 083</b>	<b>4 556</b>	<b>46</b>	<b>2610</b>
<b>Плотность (на 100 м<sup>2</sup>)</b>	<b>0,108</b>	<b>0,462</b>	<b>1,256</b>	<b>0,014</b>	<b>0,814</b>

Оптимальная плотность производителей кеты на нерестилищах составляет 50 особей на 100 м<sup>2</sup>. В последние четыре года этот показатель только в течение одного сезона (2020) превысил 2 %, а чаще составлял менее 1 % от оптимума. Для восстановления стада осенней кеты необходим полный запрет ее промыслового лова и ограничение всякого лова в р. Амур на период по крайней мере 4 лет (1 поколение).

**Выводы**

1. В течение 2018–2022 годов численность осенней кеты на нерестилищах р. Анюй была чрезвычайно низкой; особенно сильное сокращение заходов отмечено в «провальном» 2021 году.

2. Численность кеты на участке р. Анюй на традиционных нерестовых участках, где ранее отмечался массовый нерест, в последние годы очень сильно сократилась. Это снижение численности нерестовых стад Анюйского бассейна произошло в масштабах, которые можно назвать экологической катастрофой.
3. Современная интенсивность лова на путях миграций кеты в р. Амур столь высока, что практически не оставляет лососям шансов достичь нерестилищ.
4. Средняя плотность производителей осенней кеты на нерестилищах р. Анюй в течение 5-летнего периода наших работ в основном составила менее 1 особи на 100 м<sup>2</sup> — при оптимальной плотности 50 особей на 100 м<sup>2</sup>.
5. Для восстановления стад проходных лососей необходим полный запрет промыслового лова и вообще ограничение всякого вылова в р. Амур на период по крайней мере 4 лет (1 поколение).

### Благодарности

*Авторам хочется искренне поблагодарить всех бескорыстно работавших добровольных участников групп, проводивших непосредственные учеты на нерестилищах, и природоохранные организации, поддержавшие важнейшую работу по обследованию различных притоков Нижнего Амура: рек Тунгуска, Анюй, Гур, Горин и Амгунь.*

# ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЧНЫМИ БАССЕЙНАМИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

## RIVER BASIN MANAGEMENT CHALLENGES IN THE ERA OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

### Влияние природных и антропогенных факторов на водный режим реки Амур

Н. Н. Бортин, В. М. Милаев, А. М. Горчаков

*ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования  
и охраны водных ресурсов», Дальневосточный филиал, Владивосток, России, dvf@wrm.ru*

**Аннотация.** По данным многолетних наблюдений Росгидромета дана оценка влияния природных и антропогенных факторов на водные ресурсы и водный режим реки Амур.

### Influence of natural and anthropogenic factors on the water regime of the Amur river

N. N. Bortin, V. M. Milaev, A. M. Gorchakov

*Russian Research Institute of Integrated Use and Protection  
of Water Resources, Far Eastern Branch, Vladivostok, Russia, dvf@wrm.ru*

**Abstract.** According to long-term observations of Roshydromet, an assessment of the influence natural and anthropogenic factors on water resources and the water regime of the Amur River is given.

Амур образуется слиянием рек Шилка и Аргунь, протекает преимущественно в широтном направлении с запада на восток и впадает в Татарский пролив. Длина реки от точки слияния — 2 824 км, от наиболее удаленной точки речной системы — истока р. Аргунь — 4 444 км. Значительная протяженность реки определяет существенную пространственную неоднородность рельефа, климата, литологических характеристик, растительности и обуславливает мозаичность распределения различных параметров водных экосистем и неоднородность формирования ее водного режима. Специфической особенностью бассейна реки Амур является его трансграничность. Происходящий в настоящее время процесс изменения климата [1] проявляется в повышении вероятности возникновения экстремальных значений природных явлений и увеличении их амплитуды.

Выполненные нами исследования показывают, что, несмотря на существенные изменения отдельных климатических характеристик, широкомасштабной хозяйственной деятельности в бассейне реки, а также наметившийся отрицательный тренд годового стока р. Амур (например, в районе в/п г. Хабаровск), общие водные ресурсы бассейна не претерпели

заметных изменений и составляют в среднем  $\sim 350 \text{ км}^3$  в год. Существенной трансформации подвергаются экстремальные характеристики стока реки и ее основных притоков (максимальный сток), а также внутригодовое распределение стока.

На примере данных пяти метеостанций (Джалинда, Благовещенск, Гродеково, Хабаровск и Николаевск) за период с 1940 по 2020 гг. дан анализ изменения климатических акторов (годовые осадки и среднегодовая температура воздуха). Исходная информация в статье для анализа изменения климатических и гидрологических параметров заимствована из фондов Росгидромета.

Наиболее наглядно динамика этих элементов во времени может быть представлена в виде хронологических графиков и интегральных кривых годовых сумм осадков, а также средних годовых температур воздуха для отдельных станций и для совокупности станций.

Общим для динамики годовых сумм осадков для рассматриваемого периода является их положительный тренд, а для интегральных кривых — прямолинейность их вида, что свидетельствует о постоянном характере нарастания их сумм.

В то же время, для динамики среднегодовых температур воздуха характерен более выраженный положительный тренд и нелинейность интегральных кривых. При этом точка перелома кривых для выбранных пунктов датируется 1984 годом, что свидетельствует о начале потепления с этого времени.

Анализ многолетних характеристик годового стока р. Амур у г. Хабаровск за период с 1940 по 2017 гг., несмотря на явное потепление, не выявил какого-либо изменения в водных ресурсах.

Для оценки изменений экстремальных характеристик водного режима реки Амур выбрано семь створов по стволу реки (с. Покровка, г. Благовещенск, с. Гродеково, с. Помпеевка, с. Ленинское, г. Хабаровск (г. ст.), г. Комсомольск-на-Амуре), по которым имеются достаточно длинные ряды наблюдений за уровнями и расходами воды. В работе использовались статистические методы, метод линейного тренда, метод построения интегральной кривой. Гидрологические характеристики, подлежащие рассмотрению: максимальные в году уровень и расход воды.

Результаты анализа изменчивости максимальных в году уровней и расходов воды на выбранных створах р. Амур рассмотрены в период с 1940 по 2021 год и по двум полупериодам (1940–1980 и 1981–2021 гг.), обусловленным введением в эксплуатацию Зейской (1975–1980 гг.) и затем Бурейской ГЭС (2003–2009 гг.).

Анализ динамика максимальных в году уровней и расходов воды и интегральных кривых модульных коэффициентов по выбранным створам для всего периода выявил следующее:

1. Общим для всех рассматриваемых створов является отрицательный тренд, противоречащий тренду годовых сумм осадков. Объяснением этому, на наш взгляд, является более интенсивное влияние водохранилищ на небольшие паводки.
2. Интегральные кривые модульных коэффициентов для всех створов (кроме створа у с. Покровка) имеют точки перелома, относящиеся к 1980 году, что подтверждает влияние зарегулированности стока р. Зея.

Анализ статистических параметров максимальных в году уровней позволил сделать следующие выводы:

1. Общим для коэффициентов вариации по створам реки является повышение значения  $C_v$  максимальных в году уровней во втором периоде и общее понижение  $C_v$  от истока к устью (исключение составляет створ у г. Комсомольск-на-Амуре).

2. Значения  $C_s$  и для второго периода также увеличиваются (кроме створа у с. Покровка) без определенности изменения по мере удаления от истока реки.
3. Значения  $C_v$  и  $C_s$  максимальных расходов имеют тенденцию увеличения для второго периода (кроме створа у с. Покровка) и неопределенность изменения по длине реки.

Поскольку исторически сложившаяся ситуация с размещением объектов хозяйственной инфраструктуры в долинах рек бассейна Амура привела к тому, что наводнения здесь по степени воздействия на хозяйственные комплексы являются наиболее значимыми из природных экстраординарных рисков и в разные годы их доля в общем объеме ущерба колеблется от 60 до 100 %, при этом нарушается или полностью прекращается функционирование объектов федерального значения, этот вопрос также освещен в данной работе.

В последние десятилетия в бассейне и русле Амура и на его основных притоках построено большое количество гидротехнических сооружений, степень влияния которых на трансформацию экстремальных уровней воды практически не изучена. Для примера, рассмотрим влияние антропогенных факторов на пропускную способность русла р. Амур при прохождении паводков у г. Хабаровска.

Высокие наводнения на Верхнем и Среднем Амуре происходят преимущественно в июле-августе, на Нижнем Амуре в августе-сентябре.

Общее количество наводнений за 109–125-летний период изменяется от 14 на Среднем Амуре, до 28 на Верхнем и 75 % — на Нижнем Амуре. Повторяемость их соответственно составляет 14,6; 25,7 и 67,7 % (табл. 1). Из общего количества наводнений наибольшая повторяемость отмечается для малых (35,7–58,7 %); для выдающихся и катастрофических аналогичные значения составляют 25,4–42,8 %, последовательно снижаясь от Верхнего к Нижнему Амуру.

Анализ динамики характеристик наводнений на Амуре за многолетний период (109–125 лет, табл. 1) показывает, что их колебания имеют квазициклический характер, отражающийся в чередовании периодов повышенных и пониженных значений максимумов наводнений.

Расчеты значений периодичности в колебаниях наступления дат высоких наводнений также показали, что в их многолетней динамике основными являются периоды 2–4; 8–14; 16–22; 26–40; 50–100 лет; средние значения периодов составляют: 3,4; 9; 18,6; 28; 63 года; по амплитуде уровней воды наиболее значимым является период в 28 лет.

На основе вышеизложенного, ДальНИИВХ была разработана методика прогноза выдающихся и катастрофических наводнений на ближайшие годы на р. Амур и показано, что с вероятностью 67–80% катастрофические и близкие к ним выдающиеся наводнения на реке следует ожидать в период 2019–2023 гг. [2]. С 2019 по 2021 гг. прогноз полностью оправдался.

Ранее выполненные ДальНИИВХ исследования [3] показали, что пропускная способность русла р. Амур у г. Хабаровска при наводнениях определяется также локальными (местными) антропогенными факторами. В основном (в более чем 90 % случаев) связь расходов и уровней воды, как показывает форма зависимости  $Q_m = f(H_m)$ , обусловлена природными факторами. Однако при катастрофических наводнениях, наблюдавшихся в последние годы (в 2013 и 2019 гг.), отмечаются существенные отклонения максимальных уровней от многолетней зависимости. Например, наблюдавшийся в 2013 г. уровень воды при измеренном расходе на пике паводка 3 и 4 сентября, равным 46 000 м<sup>3</sup>/с, превысил уровень, соответствующий кривой многолетних расходов воды, на 108 см. Данное обстоятельство с высокой вероятностью объясняется существенным влиянием антропогенного (локального) воздействия на пропускную способность русла р. Амур.

Таблица 1

**Категории выдающихся и катастрофических наводнений на р. Амур**

Пункт	Период наблюдений, $N$ лет	За период наблюдений $Hm$ , см; $Qt$ , м <sup>3</sup> /с год	Характеристика	Категория наводнения	
				выдающееся	катастрофическое
с. Черняево — Верхний Амур	1899–2021	1184	уровень $Hm$ , см	751–800	> 800
			$Kt$	1,38–1,49	> 1,49
	122	22 200	число случаев	4	6
		1958	% от $N$	3,4	5,2
с. Гродеково — Средний Амур	1912–2021	1202	уровень $Hm$ , см	1101–1150	> 1 150
			$Kt$	1,59–1,78	> 1,78
	109	29 600	число случаев	3	3
		1958	% от $N$	2,9	2,9
г. Хабаровск — Нижний Амур	1896–2021	808	уровень $Hm$ , см	551–600	> 600
			$Kt$	1,32–1,52	> 1,52
	125	46 000	число случаев	11	9
		2013	% от $N$	8,9	8,1

Примечание:  $Hm$ ,  $Qt$ ,  $Kt$  — максимальные за период наблюдений уровни и расходы воды, модульный коэффициент

При высоких уровнях воды — 550 см над «0» графика водомерного поста и выше (выдающихся и катастрофических наводнениях) влияние антропогенных факторов на пропускную способность русла реки значительно усиливается за счет сужения русловой и пойменной частей.

К изменениям, приведшим к сужению русловой и пойменной частей участка р. Амур у г. Хабаровска, относятся:

- построенная дамба обвалования (польдер) на Большом Уссурийском острове (площадь острова — 350 км<sup>2</sup>, в составе КНР — 170 км<sup>2</sup>; польдер ≈ 54,6 км<sup>2</sup>);
- строительство полузатопленных дамб в истоках проток Пемзенской и Бешеной;
- реконструкция железнодорожного и строительство автодорожного моста через р. Амур с расширением диаметра опор;
- хаотичная застройка пойм, трансформирующая их функции аккумулятора стока;
- устройство защитного сооружения (ковша) вокруг оголовка городского водозабора в русле р. Амур (размер ковша ≈ 5 000 м<sup>2</sup>, для его сооружения использована каменная наброска из гранодиорита объемом 36 000 м<sup>3</sup>) [4];
- строительство противопаводковых дамб в районе г. Хабаровска. Дамба расположена на правом берегу Амура: протяженность 5,7 км, высота дамбы ≈ 1 050 см над «0» поста;
- действия КНР по одамбованию Амура на границе с Хабаровским водным узлом и уменьшению поперечного сечения русла (с частичным перекрытием) протоки Казакевича.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Новороцкий П.В. Изменение климата в бассейне Амура. // В сб. Влияние изменения климата на экосистемы бассейна реки Амур, 2006. с. 22–41.
2. Бортин Н.Н., Милаев В.М. Исследование многолетней динамики и схема сверхдолгосрочного прогноза наводнений на реке Амур. // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2014. № 4. с. 45–59.

3. *Бортин Н.Н., Милаев В.М., Горчаков А.М. Влияние природных и антропогенных факторов на пропускную способность русла реки Амур у города Хабаровска при прохождении паводков // Водное хозяйство России. 2020. № 2. с. 66–82.*
4. *Чайковский Г.П. Река Амур — источник водоснабжения: учеб. пособие. Хабаровск: Изд-во ДВГУГС, 2003. 83 с.*

## Взаимодействие поверхностных и подземных вод в Хабаровском водном узле Амура

В. В. Кулаков

*ФГБУН «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного  
отделения Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт водных и  
экологических проблем», Хабаровск, Россия, vvkulakov@mail.ru*

**Аннотация.** По результатам многолетнего мониторинга на площади Хабаровского водного узла Амура охарактеризовано разнонаправленное гидродинамическое и гидрогеохимическое взаимодействие поверхностных и подземных вод в период межени, а также в период паводков и катастрофических наводнений.

## Interaction of surface and groundwater in the Khabarovsk Amur water hub

V. V. Kulakov

*Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the  
Russian Academy of Sciences, separate division «Institute of Water and Ecology Problems»,  
Khabarovsk, Russia, vvkulakov@mail.ru*

**Abstract.** According to the results of long-term monitoring on the area of the Khabarovsk Amur water node, the multidirectional hydrodynamic and hydrogeochemical interaction of surface and groundwater during the fall, as well as during floods and catastrophic floods is characterized.

Река Амур в окрестностях г. Хабаровска характеризуется пойменной многоорукавностью. На этом участке в Амур впадают два крупных притока — реки Уссури и Тунгуска. Река Уссури впадает в Амурскую протоку на 39 км от устья с правого берега. Река Тунгуска впадает в р. Амур с левого берега на 950 км от устья [1; 2]. Многоорукавное пойменное расширение в окрестностях г. Хабаровска носит название Хабаровский водный узел. Рассматриваемое пойменное расширение начинается от истока протоки Фуюаньской (Кзакевичева) на территории Китая и заканчивается в районе Хабаровского железнодорожного моста (рис. 1 а).

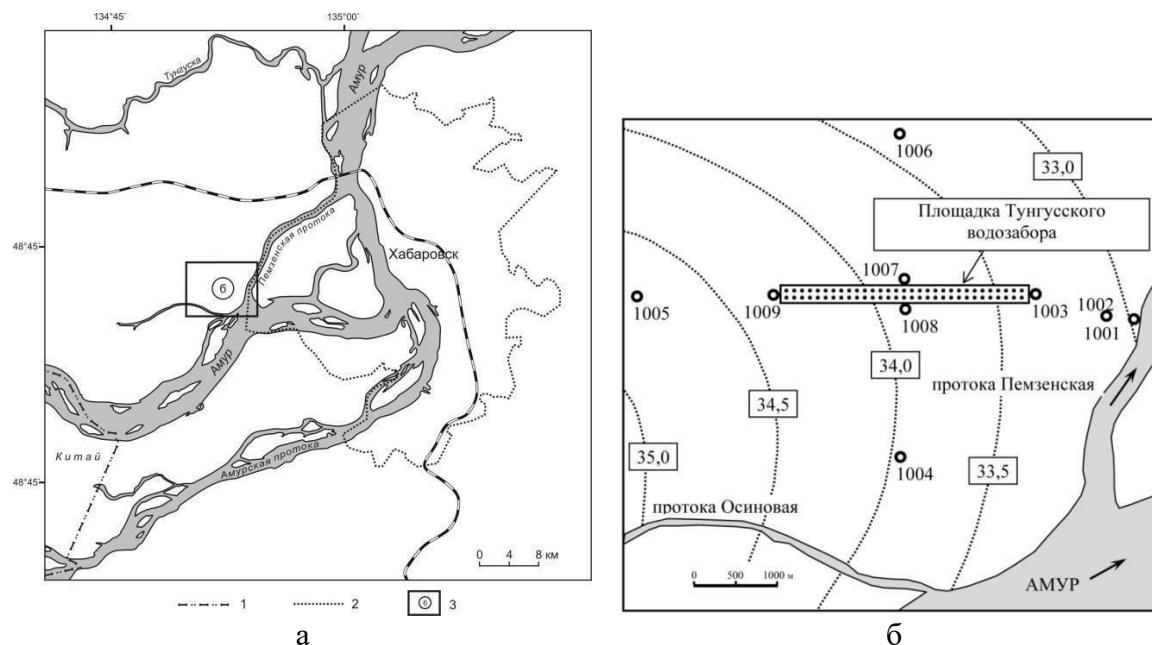
Амур на этом участке характеризуется широкой поймой (максимальная ширина составляет 20 км), в пределах которой сформировалось многоорукавное русло. Ниже и выше по течению поймы имеет значительно меньшую ширину. Участок представляет собой пойменное расширение, состоящее из нескольких больших рукавов и большого количества островов. Острова Большой Уссурийский, Дачный и Кабельный изрезаны огромным количеством второстепенных протоков, заливов и старичных озер, водный режим которых определяется колебаниями уровней воды в р. Амур. Режим р. Амур характеризуется слабо выраженным весенним половодьем, высокими летне-осенними паводками и низкой зимней меженью.

Тунгусское месторождение подземных вод, на котором функционирует Тунгусский водозабор, находится в междуречье рек Амур и Тунгуска. В водоносном горизонте плиоцен-четвертичных аллювиальных отложений (пески, гравий) осуществляется мониторинг за уровнями, температурой и качественным составом подземных вод [3–6]. Наблюдения осуществляются по 14 кустам, состоящим из трех наблюдательных скважин на разные слои водоносного горизонта и расположенными на разном удалении от Тунгусского водозабора подземных вод и русла р. Амур и Пемзенской протоки (рис. 1 б).

На площади междуречья Амура и Тунгуски выделяются две гидродинамические зоны.

Зона активного влияния гидрологических факторов от колебания уровня поверхностных вод в протоках Амура — приречный тип режима подземных вод (кусты наблюдательных скважин 1001, 1002, 1003 и 1004). В этой зоне выделяются две подзоны — приречная и берегового регулирования. При естественном гидрологическом внутригодовом режиме здесь в период межени происходит скрытая разгрузка подземных вод в реку через донные отложения. Зона междуречного режима — вне зоны берегового регулирования, где питание подземных вод осуществляется за счет преимущественного инфильтрационного питания атмосферными осадками и отсутствия активного влияния гидрологических факторов на подземные воды района (кусты 1005–1009).

Годовой режим уровней подземных вод по наблюдательным скважинам мониторинга в 2020 г. за пределами формирующейся воронки депрессии существенно не отличается от гидродинамического режима в предыдущем 2019 г., хотя пик наводнения Амура в 2020 г. пришелся на конец сентября, а в предыдущем году он зафиксирован в конце августа. В 2020 г. амплитуда колебания уровня поверхностных вод в р. Амур достигла 6,01 м (от 28 см в апреле до 629 см в октябре).



1 — государственная граница; 2 — граница городской черты г. Хабаровска [2]; 3 — участок Тунгусского водозабора подземных вод

**Рисунок 1.** Хабаровский водный узел (а) и схема размещения наблюдательных скважин мониторинга (б) с гидроизогипсами естественного потока подземных вод (абс. отм., м) [5]

Амплитуда колебания уровней подземных вод в 2020 г. в зоне междуречного режима составила от 1,09 м — по скв. 1006-1 до 1,68 м по скв. 1251-3. В зоне приречного типа режима амплитуда колебания уровней подземных вод достигала 4,21–4,61 м (скв. 1001-1 и 1002-3).

Амплитуда колебания уровней подземных вод в 2021 г. в зоне междуречного режима составила (от 0,73 м по скв. 1006-1). В зоне приречного типа режима амплитуда колебания уровней подземных вод достигала 3,87 м (скв. 1004-3).

В связи с катастрофическим наводнением на Амуре определяющее влияние на режим уровней подземных вод в 2013 г., наряду с водоотбором из части скважин Тунгусского водозабора, оказал подпертый режим естественной фильтрации подземных вод [5; 7]. Амплитуда колебания уровней подземных вод в скважинах куста 1005 достигла 2,97 м (при ее величине 0,52 м в 2012 г.), куста 1006 — 2,10 м (при 0,56 м в 2012 г.). На скважинах кустов 1007 и 1008 амплитуда достигла 2,52 м (при 0,46 м в 2012 г.).

Уровни подземных вод в скважинах располагались ниже поверхности земли и уровня поверхностных вод, затопивших территорию. Разница в отметках уровней поверхностных и подземных вод изменялась от 1,5 до 6,5 м. Наличие покровных суглинков в кровле водоносного горизонта на территории [4; 6] обусловило затрудненный водообмен между поверхностными и подземными водами, в связи с чем активное и непосредственное влияние паводковых поверхностных вод Амура на подземную гидросферу в пределах Хабаровского водного узла и на прилегающей территории с междуречным режимом не было отмечено.

По синхронным данным наблюдений на всех трех уровнях в скв. 1001-1/-2/-3 и 1002-1/-2/-3 с учетом реальной пространственной структуры потока подземных вод выполнен детальный анализ вертикальных перетоков в разрезе продуктивной толщи и направленности взаимодействия с протокой Пемзенской. При разгрузке подземных вод в протоку вертикальные перетоки восходящие. В случае подпора от протоки при наводнениях и инфильтрации поверхностных вод в водоносный горизонт — вертикальные перетоки нисходящие. Причина явного преобладания «подпорных» состояний состоит в высокой внутригодовой и многолетней динамичности водного режима гидросети, а также — в незначительных величинах инфильтрационного питания и расходов естественного потока подземных вод. Инфильтрационное питание водоносного горизонта происходит в затрудненном режиме «дождевания» с вертикальным градиентом порядка единицы и не превышает 30–40 мм/год. В связи с малыми расходами потока уровни подземных вод в прибрежной зоне не успевают восстанавливаться при снижении уровня протоки и, напротив, быстро воспринимают подпор при повышении ее уровня.

Экологические проблемы безопасности использования подземных вод в Хабаровском водном узле [3; 6; 8] обусловлены особенностями природного формирования химического состава пресных подземных вод региона (повышенные концентрации железа, марганца, кремния и низкие содержания фтора) и антропогенным (техногенным) воздействием на подземную гидросферу. Площади распространения подземных вод с повышенными концентрациями железа (до 70 мг/л) и марганца (до 4,5 мг/л) в регионе приурочены к равнинным территориям (артезианским бассейнам и долинам рек, выполненным рыхлыми осадочными отложениями), где проживает основная часть населения.

Мониторинг качественного состава подземных вод и поверхностных вод Пемзенской протоки в Хабаровском водном узле осуществлялся в соответствии с графиком отбора водных проб на различные виды анализов. В подземных и поверхностных водах проведено детальное исследование общего химического состава, содержания органических веществ, растворенных газов, исследования численности и активности различных физиологических групп бактерий.

За весь период наблюдения за качественным составом подземных вод в районе Хабаровского водного узла по всем нормируемым показателям превышения предельно допустимых концентраций нормируемых компонентов состава были зарегистрированы для железа, марганца и кремния.

Таким образом, разнонаправленное взаимодействие поверхностных и подземных вод в период межени приводит к разгрузке подземных вод в русло реки, что влияет на качественный состав придонных вод, а в период паводков и катастрофических наводнений — осуществляется обратная инфильтрация речных вод в водоносные горизонты. Соответственно, граница контакта речных и подземных вод, проходящая по дну водотоков и поверхности земли в случае катастрофических наводнений, служит гидрогеодинамическим и биогеохимическим барьером при взаимодействии этих вод.

Исследование комплексных процессов взаимодействия поверхностных и подземных вод при речной береговой фильтрации весьма актуально для обоснования и организации устойчивого питьевого водоснабжения населения и предприятий за счет ресурсов подземных вод в речных долинах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ким В.И., Махинов А.Н. *Гидрологический режим р. Амур в пределах Хабаровского водного узла // Материалы научной конференции «Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов». Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2005. С. 92–94.*
2. Морозова Г.Ю., Дебеляя И.Д., Дубянская И.Г. *Особо охраняемые природные территории города Хабаровска // Хабаровск: МАУ «Хабаровские вести», 2021. 166 с.*
3. Кондратьева Л.М., Уткина А.С., Кулаков В.В. *Изменение качества подземных вод в зоне речной фильтрации во время наводнения на реке Амур // Вода: Химия и экология. 2019. № 3-6. С. 7–14.*
4. Кулаков В.В., Тесля В.Г., Штенгелов Р.С. *Тунгусское месторождение подземных вод Хабаровского водного узла // Сборник докладов 7-го международного конгресса ЭКВАТЭК-2006 «Вода: экология и технология». М., 30.05–2.06.2006, Часть 1. С. 255–256.*
5. Кулаков В.В., Штенгелов Р.С. *Мониторинг уровней подземных вод междуречья Амура и Тунгуски // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН, 2019. № 3. С. 63–70.*
6. Кулаков В.В., Штенгелов Р.С. *Покровные отложения Амуро-Тунгусского междуречья — биогеохимический барьер от загрязнения подземных вод // Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных экосистем. Вып. 21. [Электронный ресурс]. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2015. С. 80–87.*
7. Махинов А.Н., Ким В.И., Воронов Б.А. *Наводнение в бассейне Амура 2013 года: причины и последствия // Вестник ДВО РАН, № 2, 2014. С. 1–5.*
8. Шамов В.В., Ониши Т., Кулаков В.В. *Сток растворенного железа в реках бассейна Амура в конце XX века // «Водные ресурсы», 2014, том 41, № 2. С. 206–215.*

## Гидрологический мониторинг в Хинганском заповеднике: особенности паводочного периода многоводного года

О. И. Никитина<sup>1</sup>, М. П. Парилов<sup>2</sup>, Т. А. Парилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кандидат географических наук, Москва, Россия, [oxana.niki@yandex.ru](mailto:oxana.niki@yandex.ru)

<sup>2</sup>Хинганский заповедник, Амурская область, п. Архара, Россия

**Аннотация.** На старичных озерах Хинганского заповедника в Амурской области организован гидрологический мониторинг, позволивший оценить особенности водного режима старичных озер в паводочный период многоводного года.

## Hydrological monitoring in Khingan nature reserve: characteristics of the flooding period during a year of high water levels

O. I. Nikitina<sup>1</sup>, M. P. Parilov<sup>2</sup>, T. A. Parilova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Candidate of Geographical Sciences, Moscow, Russia, [oxana.niki@yandex.ru](mailto:oxana.niki@yandex.ru)

<sup>2</sup>Khingan Nature Reserve, Arkhara, Russia

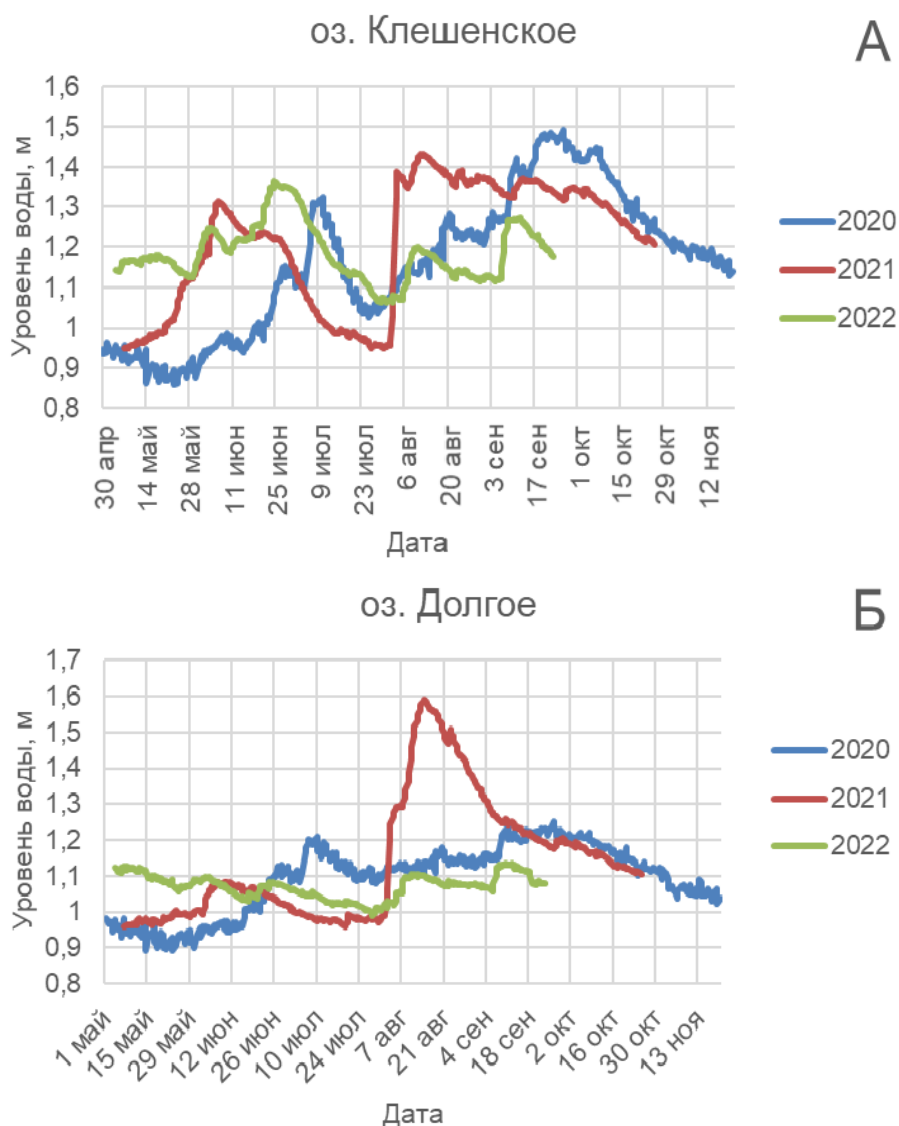
**Abstract.** Hydrological monitoring was conducted on the oxbow lakes within the Khingan Reserve in the Amur Region. This initiative facilitated the evaluation of water regime attributes specific to oxbow lakes during the flood period of a high-water year.

Наводнения являются важным фактором, определяющим функционирование водно-болотных угодий Хинганского заповедника. Эти пресноводные экосистемы имеют важное значение для гнездования редких видов птиц: дальневосточного аиста (*Ciconia boyciana*), японского (*Grus japonensis*) и даурского (*Grus vipio*) журавлей [1].

В 2003 г. в 174 км от устья Буреи введена Бурейская ГЭС с установленной мощностью 2010 МВт. В 2017 г. в 85 км от устья Буреи введена Нижне-Бурейская ГЭС с установленной мощностью 240 МВт. Регулирование стока снизило величины максимальных расходов Буреи в нижнем бьефе гидроузлов, что при наступлении маловодного цикла способно привести к заилению и постепенному зарастанию старичных озер, снижению их рыбопродуктивности и ухудшению условий обитания редких птиц [2; 3]. В зону влияния гидроузлов попали и водно-болотные угодья Хинганского заповедника, в частности западная часть территории Антоновского лесничества заповедника. Здесь сосредоточены больше половины гнезд дальневосточного аиста, расположенных в этом лесничестве, а также значительная группировка японских и даурских журавлей.

В 2019 г. по инициативе авторов организован и с 2020 г. на озерах Хинганского заповедника реализуется гидрологический мониторинг, направленный на определение уровня режима старичных озер. В этих водных объектах обитают рыбы и амфибии, составляющие кормовую базу для журавлей и аистов, поэтому их устойчивое функционирование важно для поддержания обитающих здесь редких птиц. Для выявления климатических изменений и их влияния на озера оборудован уровеньный пост на оз. Клешенское. Для изучения особенностей прохождения паводков в зоне влияния плотин Бурейских ГЭС оборудован уровеньный пост на озере Долгое; при прохождении крупных паводков оно имеет периодическую связь с р. Бурей. Измерения уровней воды на озерах Клешенское и Долгое проводятся с помощью автоматических регистраторов (логгеров) НОВО U-20L.

В 2020–2022 гг. с мая по сентябрь (в 2020 и 2021 годах также в октябре) на озерах Долгое и Клешенское проводились ежедневные измерения уровня воды (рис. 1). Уровеньный режим водоемов в 2021 году имел отличную динамику от предыдущего и последующего годов и характеризовался высокими значениями в летний период.



**Рисунок 1.** Графики водомерных наблюдений на озерах Клешенское (А) и Долгое (Б) в многоводные периоды 2020–2022 гг.

С 1 по 10 июня наблюдался первый пик летнего подъема уровня на оз. Клешенское: диапазон составил 116–131 см, достигнув максимума 6 июня. Далее уровень постепенно понижался, достигнув 95 см к 1 августа. В первой декаде августа наблюдался резкий подъем

уровня, достигший 142 см к 10 августа. Высокие уровни воды в диапазоне 130–143 см держались на протяжении всего августа, сентября и октября. Так, 1 сентября уровень составил 137 см, 1 октября 134 см со снижением до 120 см к 25 октября.

На озере Долгое подъем уровня в первой декаде июня выражен менее значительно. Так, с 1 по 10 июня уровни варьировались в диапазоне 100–108 см с последующим постепенным снижением к началу августа. С 1 по 15 августа 2021 года отмечался резкий рост уровня на 60 см, от 99 до 159 см над нулем уровня поста.

Для анализа количества атмосферных осадков использовались данные с сайта <https://rp5.ru>. Нами были проанализированы данные по осадкам на метеостанциях, расположенных как выше по течению реки Бурея (Малиновка), так и непосредственно в устье реки Бурея (Асташиха). Последняя расположена ближе всего к установленным в заповеднике водомерным постам. По этим данным оказалось, что за 10 дней с 25 июля по 3 августа 2021 года выпало соответственно 248,9 и 255,4 мм осадков, что составляет примерно третью часть от среднегодового количества осадков для этих метеостанций. Рекордное количество осадков (161 мм) зарегистрировано на метеостанции Асташиха 30 июля. Пик количества атмосферных осадков на метеостанции Малиновка составил 119 мм и пришелся на 3 августа.

Наблюдавшийся далее спад уровня озера Долгое выражен более значительно, чем на озере Клешенское. Так, 1 сентября уровень составил 135 см, к 15 сентября он понизился до 123 см, к 1 октября до 119 см. К 25 октября уровень достиг отметки 110 см.

Для анализа уровней воды р. Бурея и р. Амур использовалась информация с сайта All Rivers.Info, для анализа расходов воды р. Буреи — сведения с сайта «Гидрограф» <http://hgraph.ru/burges>. С 1 по 4 августа рост уровня на р. Бурея — г/п Малиновка превысил 2 м, с 389 до 599 см над нулем уровня поста. Отметки выше 5 м над нулем поста наблюдались с 3 по 13 августа, после чего уровень незначительно снизился до 488 см и до 23 августа держался на отметках выше 4 м. С 24 августа уровни воды снизились до отметок около 1,5 м над нулем поста с последующим ростом до 2,7 м к концу месяца. В сентябре диапазон колебаний уровней воды составил 1,0–1,5 м.

При отсутствии регулирования стока Бурейской ГЭС, для р. Буреи — г/п Малиновка были бы характерны еще более высокие уровни воды. Так, с 28 июля по 9 августа величина притока превышала величину сброса, достигнув максимальной разницы 6 августа, когда средний за сутки сброс Бурейской ГЭС составил 6 731 м<sup>3</sup>/с при притоке 11 800 м<sup>3</sup>/с, а максимальная величина сброса достигла 6 786 м<sup>3</sup>/с 8 августа при притоке 8 800 м<sup>3</sup>/с. В условиях естественного водного режима высокие паводки играли важную роль в восстановлении продуктивности пойменных водно-болотных угодий Хинганского заповедника после засушливых лет маловодного цикла. Промывной режим препятствовал зарастанию пойменных водных объектов, включая заповедные озера [2–4].

На р. Амур — г/п Иннокентьевка подъем уровня воды наблюдался с 30 июля по 13 августа с 713 до 1007 см над нулем поста. Постепенный спад уровня наблюдался на протяжении всей второй половины августа, и к 27 августа уровень достиг отметки 684 см.

Таким образом, высокие уровни наблюдались на р. Бурея и р. Амур на протяжении практически всего августа 2021 года, достигнув пика в середине месяца. Вследствие совпадения условий — (1) сверхнормативное выпадение уровня осадков, (2) высокий уровень р. Бурея — г/п Малиновка, (3) высокий уровень р. Амур — г/п Иннокентьевка — устье впадающей в Бурею реки Ярчиха оказалось подперто стоянием высоких уровней рек Амур и Бурея (рис. 2, 3). Поток воды из реки Ярчиха, питающейся местными осадками, пошел «вспять» и перенаправился в цепь озер Брусилово, Сорокино, Колосково, Долгое, расположенных по западной границе заповедника, обеспечив их значительное обводнение, важное для поддержания устойчивого функционирования водных объектов.

Значительное обводнение старичных озер летом 2021 года прослеживается на космоснимках (рис. 2) и фотографии устья Ярчихи с дрона (рис. 3).



*Рисунок 2. Космоснимок Landsat-8 от 12 августа 2021 года*



*Рисунок 3. Устье реки Ярчиха 2 июля 2021 года. р. Ярчиха впадает в р. Бурею в районе ее устья. Мутная вода на снимке — вода р. Амур, зашедшая в р. Бурею*

Таким образом, уровенный режим озер Хинганского заповедника обусловлен преимущественно количеством атмосферных осадков. Для озер, имеющих периодическую связь с рекой Буреей через реку Ярчиха, большое значение имеет также прохождение высоких уровней рек Амур и Буряя и образуемый ими взаимный подпор.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Парилов М.П., Кастрикин В.А., Игнатенко С.Ю. Динамика популяций журавлей и аистов в Хинганском заповеднике и их связь с многолетними гидрологическими циклами // Чистый Амур — долгая жизнь: материалы междунар. научн. конф. Амурск, 27–30 августа 2007 г. / под ред. Н.А. Рябина. — Хабаровск, 2008. С. 99–106.*
2. *Игнатенко С.Ю., Парилов М.П., Кастрикин В.А., Гусев М.Н. Влияние Бурейского и Зейского гидроузлов на гнездящиеся группировки журавлей и аистов в пределах Архаринской низменности // VII Дальневосточная конференция по заповедному делу. Материалы конференции. Биробиджан, 18–21 октября 2005 г. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2005. С. 123–126.*
3. *Игнатенко С.Ю., Парилов М.П., Кастрикин В.А., Гусев М.Н. Состояние гнездящейся группировки журавлей и аистов под влиянием Бурейского и Зейского гидроузлов // Природоохранное сотрудничество Читинской области (Российская Федерация) и автономного района Внутренняя Монголия (КНР) в трансграничных экологических регионах. Материалы научной конференции. 29–31 октября 2007 г. г. Чита: 139–144.*
4. *Сапаев В.М., Воронов Б.А. 1979. На правах рукописи. Состояние и прогноз изменения среды обитания редких птиц в связи с созданием Бурейского гидроузла (нижний бьеф) Заключительный отчет по договору о творческом содружестве между ХабКНИИ и Ленгидропроектом на 1977–1978 гг. Хабаровск: 117 с.*

## Переброска стока из реки Аргунь в озеро Далайнор. Что будет дальше?

А. В. Шаликовский, К. А. Курганович, М. А. Босов

*ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный  
университет», Чита, Россия, kafedra-vh@mail.ru*

**Аннотация.** В результате переброски стока из р. Аргунь (Хайлар) озеро Далайнор наполнено до проектного уровня. Показано, что в маловодные годы переброска стока будет продолжаться в прежних объемах. Проанализированы масштабы и причины цветения воды в р. Аргунь.

## Flow transfer from the Argun river to lake Dalaynor. What will happen next?

A. V. Shalikovskiy, K. A. Kurganovich, M. A. Bosov

*Transbaikal State University, Chita, Russia, kafedra-vh@mail.ru*

**Abstract.** As a result of flow transfer from the Argun (Hailar) River, Dalainor Lake is filled to the design level. It is shown that in dry years, runoff transfer will continue in the same volumes. The scale and causes of water bloom in the Argun River are analyzed.

Река Аргунь считается истоком р. Амур, который она образует, сливаясь с р. Шилкой. Ее длина составляет 1 620 км, а площадь бассейна — 164 тыс. км<sup>2</sup>. В верхнем течении река именуется Хайлар и ее водосбор площадью 56,1 тыс. км<sup>2</sup> полностью расположен на территории КНР. Далее, после выхода к границе с Россией река становится пограничной — по ее фарватеру проходит российско-китайская граница. До демаркации границы (2006–2008 гг.) длина пограничного участка составляла 951 км, но в настоящее время участок с 927 по 944 км от устья р. Аргунь не является пограничным. Таким образом, длина пограничного участка р. Аргунь составляет 934 км и еще на протяжении 21 км граница проходит по протоке Прорва [1]. В целом доля бассейна р. Аргунь в Китае составляет 70,1 % (114,9 тыс. км<sup>2</sup>), в России — 29,9 % (49,1 тыс. км<sup>2</sup>).

Начальный отрезок пограничного участка реки расположен в самой засушливой части амурского бассейна — Онон-Аргунском сухостепном районе со среднемноголетним модулем поверхностного стока 0,11 л/(с·км<sup>2</sup>), где практически отсутствует постоянная гидрографическая сеть. На протяжении первых более чем 300 км в р. Аргунь не впадают притоки, поэтому водные ресурсы российского приграничья полностью определяются здесь стоком с территории Китая.

С бассейном р. Аргунь граничит бассейн оз. Далайнор (Хулун), которое относится к «пульсирующим озерам» — его уровень колеблется в значительных пределах в зависимости от климатических условий. В XX в. наблюдалось три влажных периода и две сухие фазы; последний сухой период начался в 2000 г. и к 2009 г. уровень воды в озере понизился на 4,5 м,

площадь водного зеркала уменьшилась с 2 247 до 1 856 км<sup>2</sup>, а объем воды — с 12 до 4 км<sup>3</sup>) (рис. 1). Это послужило обоснованием необходимости строительства канала из р. Хайлар в оз. Далайнор, переброска водного стока по которому началась в 2009 г. Первая очередь проекта, реализованная в 2009 г., была рассчитана на переброску 0,6 км<sup>3</sup> воды в год, а в 2014 г. пропускная способность тракта переброски достигла 1,1 км<sup>3</sup>/год. С учетом других водохозяйственных мероприятий среднегодовые потери стока р. Аргунь составили 1,8 км<sup>3</sup>/год, что составляет более 50 % стока в пограничном створе [2].

Переброска стока позволила к 2016 г. увеличить объем воды в озере до 11,2 км<sup>3</sup>. При этом подъем уровня отмечался только в многоводные годы (2013–2015 гг.), а в остальной период объем переброски стока расходовался на поддержание уровня озера (на испарение). В связи с этим в 2016 г. был принят новый «План комплексного управления водными ресурсами оз. Далайнор на 2016–2020 гг.». В его рамках было реализовано 40 проектов на 4,998 млрд юаней ( $\approx 750$  млн долларов США), направленных на строительство водохозяйственной инфраструктуры, рекультивацию нарушенных земель, восстановление водно-болотных экосистем. Однако, до проектной отметки (544,8 м) озеро все равно не было наполнено, а в связи с очень низким качеством воды оз. Далайнор с 2018 г. начались существенные сбросы его вод в р. Аргунь.



**Рисунок 1.** Многолетние изменения уровня воды оз. Далайнор

Летом 2021 г. наблюдался стремительный подъем уровня озера в связи с чередованием нескольких волн паводков, в конце августа поверхность озера достигла проектного уровня и с тех пор поддерживается на более высоких значениях. Таким образом, появилась устойчивая гидравлическая связь между рассматриваемыми бассейнами. Поэтому следует признать, что логично относить бассейн оз. Далайнор к бассейну р. Аргунь, а следовательно — и к амурскому бассейну. В этом случае значительно изменяются гидрографические характеристики, а особенно заметно — длина р. Амур, истоком которой следует признавать р. Керулен, длина которой почти на 600 км превышает длину р. Хайлар. С учетом длины оз. Далайнор и системы рек и каналов тракта Далайнор-Аргунь общее увеличение длины р. Амур составит не менее 700 км.

Окончание периода наполнения оз. Далайнор не свидетельствует о завершении водного кризиса на пограничном участке р. Аргунь.

Главным аспектом напряженности является сохранение дефицита водного баланса системы «Аргунь-Далайнор» даже в средние по водности годы, когда будет наблюдаться понижение уровня воды в озере даже при отсутствии сбросов в р. Аргунь. Это связано с превышением испарения с поверхности озера над суммарным притоком с учетом переброски стока. По нашим оценкам, среднегодовые потери стока р. Аргунь в пограничном створе

снижаться с 1,8 до 1,3 км<sup>3</sup>/год, но в зависимости от аспектов регулирования, не согласуемых с российской стороной, могут приводить к критическому понижению уровней реки. К дополнительному фактору риска относится развитие водохозяйственной инфраструктуры, приводящей к возрастанию безвозвратного забора воды, в том числе — на орошение (рост орошаемых площадей составляет в среднем 6 % в год.

Другим немаловажным фактором остается качество вод пограничного участка р. Аргунь, который является одним из наиболее загрязненных на российско-китайской границе. В последние годы в КНР предпринимаются значительные усилия по снижению загрязнения поверхностных вод, а бассейн р. Аргунь объявлен территорией «зеленого развития». Эти меры позволили значительно уменьшить число случаев экстремально высокого (ЭВЗ) и высокого (ВЗ) загрязнения вод р. Аргунь, однако после начала сброса воды из оз. Далайнор их количество вновь возросло (рис. 2). При этом качество воды на пограничном участке является более низким, чем на территории КНР (табл. 1).

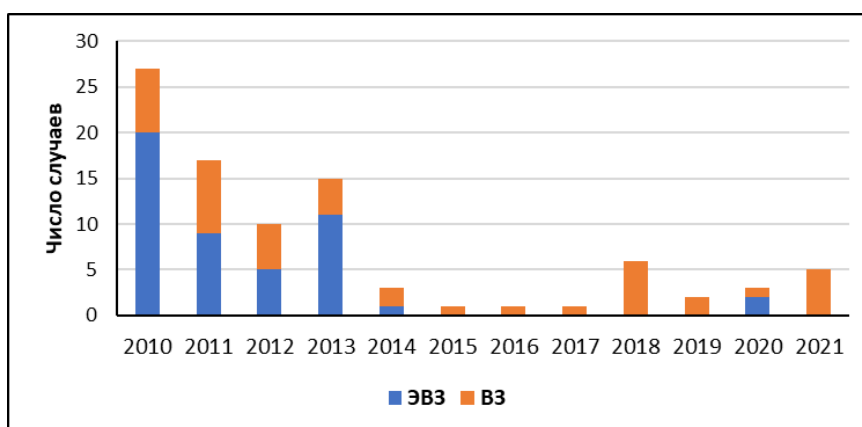


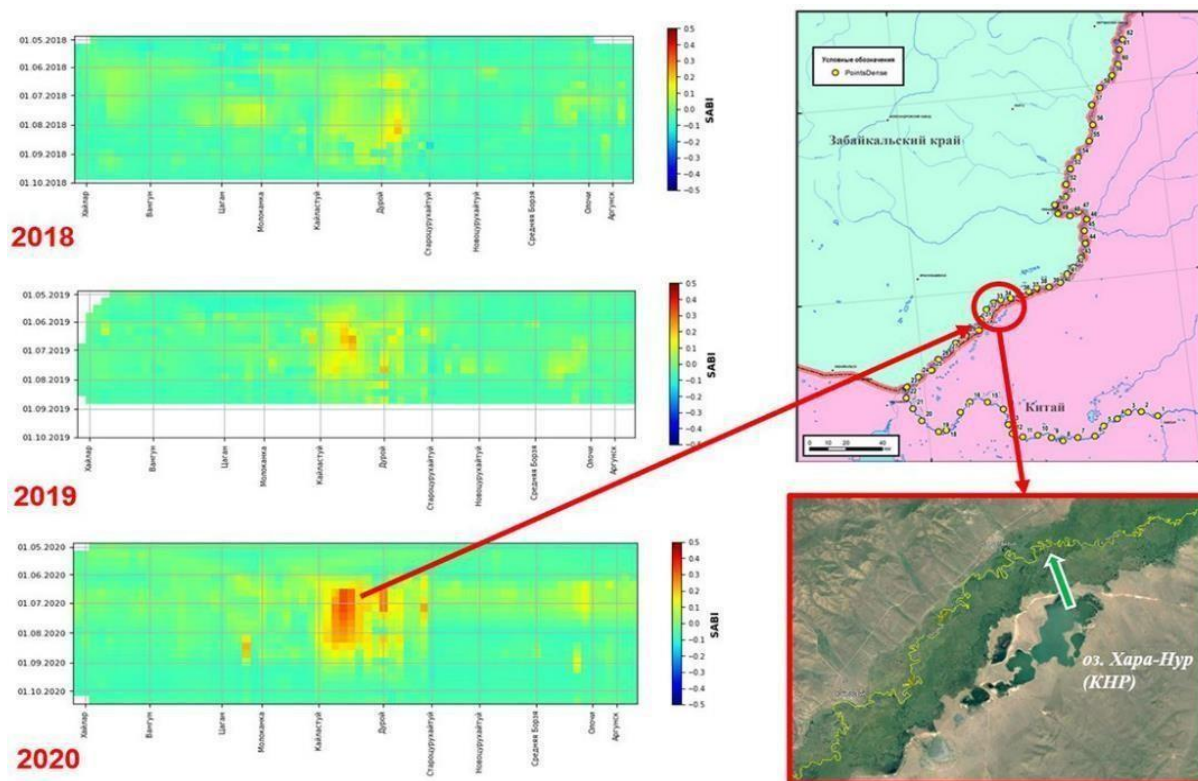
Рисунок 2. Число случаев высокого и экстремально высокого загрязнения р. Аргунь

Таблица 1

### Классы качества воды р. Аргунь [3]

Пункт наблюдений	Год	Месяцы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gā luò tuō (перед границей)	2015	3	3	3	3	>5	4	4	4	4	3	3	3
	2016	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3
	2017	3	3	3	2	3	4	4	4	5	3	3	4
	2018	4	>5	4	4	4	4	5	4	5	4	3	4
	2019	3	3	3	2	3	5	4	4	4	3	3	3
	2020	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3
Hēishān tóu (на границе)	2015	3	3	3	4	4	5	4	4	4	4	4	5
	2016	4	4	4	—	4	—	5	5	5	5	5	3
	2017	4	3	3	2	4	4	>5	4	5	4	5	5
	2018	5	4	4	3	5	4	5	4	5	4	4	3
	2019	3	4	—	4	4	5	4	5	5	4	3	4
	2020	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4

В последние годы ситуацию усугубляет цветение воды р. Аргунь. Для оценки интенсивности эвтрофирования использован индекс цветения поверхностных водорослей (SABI), алгоритм определения которого основан на спутниковом анализе отражающей способности водной растительности. Установлено, что наиболее высокая интенсивность цветения воды приурочена к участку от с. Кайластуй до с. Староцурухайтуй (рис. 3), где в пойме реки со стороны КНР имеется множество озер, используемых в рыбоводческих целях. Однако основным первичным источником поступления сине-зеленых водорослей является оз. Далайнор, у которого значение SABI является наивысшим (0,6–0,7 против 0,2–0,4 у пойменных озер) [4].



**Рисунок 3.** Пространственно-временное распределение значений индекса SABI по основному руслу р. Аргунь в 2018–2020 гг.

Таким образом, наполнение оз. Далайнор до проектной отметки снизило некоторую напряженность только в многоводные годы, но вызвал интенсификацию негативных внутриводных процессов. Это свидетельствует о необходимости осуществления мониторинга за развитием ситуации и разработки соответствующих прогнозов.

*Работа выполнена при поддержке Гранта СНИД ЗабГУ № 357-ГР.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шаликовский А.В. Водный режим рек и опасные гидрологические явления на территории Забайкальского края / А.В. Шаликовский, К.А. Курганович, Д.А. Шаликовский [и др.]. Чита: ЗабГУ, 2022. 276 с.
2. Босов М.А. Результаты комплексных исследований водного режима, русловых процессов и экологического состояния реки Аргунь / М.А. Босов, В.Н. Заслоновский, Е.Х. Зыкова [и др.] // Водное хозяйство России. 2019. № 4. С. 93–113.
3. Ежемесячный контроль качества воды в ключевых долинах рек Внутренней Монголии (кит.). URL: <http://sthjt.nmg.gov.cn/hjfw/hjzk/gkyb/index.html> (дата обращения: 13.04.2021).
4. Курганович К.А. Спутниковый мониторинг процессов эвтрофирования участка трансграничной р. Аргунь (Хайлар) с использованием спектрального индекса цветения поверхностных водорослей (SABI), по данным дистанционного зондирования Landsat // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 7. С. 26–33. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-7-26-33.

## Экологические риски и управление водными ресурсами в бассейне среднего Иртыша в условиях изменения климата

А. У. Абылхасанова<sup>1</sup>, А. В. Убаськин<sup>2, 3</sup>,  
Т. Ж. Абылхасанов<sup>2</sup>, А. И. Луньков<sup>3</sup>, К. И. Ахметов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РГУ «Ертысская бассейновая инспекция по регулированию использования и охране водных ресурсов Комитета по водным ресурсам Министерство экологии, геологии и водных ресурсов Республики Казахстан», Павлодар, Казахстан, [abulkenova@mail.ru](mailto:abulkenova@mail.ru)

<sup>2</sup>Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан, [awirawl@mail.ru](mailto:awirawl@mail.ru)

<sup>3</sup>ТОО «Экологический центр Прииртышья», Павлодар, Казахстан, [al67kz@mail.ru](mailto:al67kz@mail.ru)

**Аннотация.** На основе анализа многолетней климатической и гидрологической информации дана оценка экстремальных водно-экологических ситуаций в среднем течении реки Иртыш. Предложены мероприятия по снижению экологической опасности, позволяющие заранее подготовиться, избежать и минимизировать возможный экологический и экономический ущерб.

## Ecological dangers and water management in the middle of the Irtysh basin in conditions of climate change

A. U. Abylkhasanova<sup>1</sup>, A. V. Ubaskin<sup>2,3</sup>,  
T. Z. Abylkhasanov<sup>2</sup>, A. I. Lunkov<sup>3</sup>, K. I. Akhmetov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yertis basin inspectorate for regulation of  
use and protection of water resources, Pavlodar, Kazakhstan

<sup>2</sup>Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

<sup>3</sup>LLP Ecological center of the Irtysh Region, Pavlodar, Kazakhstan

**Abstract.** Based on the analysis of long-term climatic and hydrological information, an assessment of extreme water-ecological situations in the middle reaches of the Irtysh River is given. Actions have been suggested to reduce ecological dangers, allowing to prepare in advance, avoiding and minimizing possible environmental and economic damage.

На всем протяжении Среднего Иртыша в границах Казахстана река не имеет ни одного крупного притока. Современная долина Среднего Иртыша представлена обширной поймой, шириной на левобережье от 1 до 10–12 км и от 4 до 6 км на правом берегу, с высотой поднятия до 7–8 м. На территории Павлодарской области располагается государственный природный заказник «Пойма реки Иртыш».

С постройкой в основном русле р. Иртыш трех крупных водохранилищ: Усть-Каменогорского (1952), Бухтарминского (1960) и Шульбинского (1989) бассейн среднего течения реки становится объектом риска, уязвимым для воздействия различных опасных

событий. Возникла опасность возникновения различных угроз по отношению как к экосистеме в целом, так и различным ее компонентам. Объектами риска, в условиях изменения водности реки, стали и социально-экономические системы. За более чем полувековой период существования реки в условиях антропогенного регулирования водного режима, в бассейне Среднего Иртыша произошли существенные изменения: изменились гидрологический и естественный гидрохимический режимы; претерпел существенные изменения температурный режим водоемов; происходит деформация речного русла, изменение его морфологических и морфометрических характеристик, периодическое отторжение отдельных площадей поймы и формирование протоков, затонов и островов; происходит остепнение и опустынивание прилегающих к долине реки территорий; произошло уменьшение самоочищающей способности реки, увеличение концентрации загрязняющих веществ за счет снижения процессов их разбавления; накопление их в русле реки и пойме; изменилось биоразнообразие животного и растительного мира; изменился видовой состав гидробионтов; изменились условия воспроизводства гидробионтов и птиц; снизились уловы рыбы; изменилась продуктивность пойменных комплексов; трансформировалась система хозяйствования в пойме, главным образом, сельского хозяйства; происходит искусственное разрушение перекатов с целью поддержания пропускной способности реки для речного флота; увеличилось количество ежегодных пойменных пожаров, носящих в настоящее время массовый характер.

Усиливающиеся изменения в водном режиме Среднего Иртыша вызвали необходимость в проведении исследований связи динамических процессов реки как с медленными климатическими изменениями, так с экстремальными погодными явлениями. Информационной основой для исследований послужили архивные метеорологические материалы.

До зарегулирования реки Иртыш Бухтарминским водохранилищем естественный паводок проходил в два этапа: ранней весной, когда происходили снеготаяния в плоскогорье Алтая, и весенне-летний, характеризующийся таянием ледников и выпадением осадков. Продолжительность паводков составляла 70–80 дней, в отдельных случаях до 100–120 дней. С 1966 года производятся ежегодные природоохранные попуски.

Экстремальные водные периоды. Частота маловодного экстремального периода за период 1940–2019 гг. определялась путем отнесения средних годовых значений уровней среднего течения реки Иртыш  $172 \text{ см} > F < 371 \pm 8 \text{ см}$  и составила — 1 раз в 18 лет (1942–1959 гг.), 1 раз в 3 года (1981–1983 гг.) и 1 раз в 2 года (2011–2012 гг.). Частота многоводного экстремального периода ( $371 \pm 8 \text{ см} > F < 517 \text{ см}$ ) составила — 1 раз в 18 лет (1960–1977 гг.), 1 раз в 2 года (1940–1941 гг., 1979–1980 гг., 1984–1985 гг., 1987 и 1990 гг., 2001–2002 гг.), 1 раз в 4 года (1994–1997 гг., 2016–2019 гг.) и годовичные (2004 г., 2007 г.). До зарегулирования реки (1921–1958 гг.) наводнения случались как ежегодно (1925, 1926, 1927, 1928), так и с промежутком в 3 года (1931, 1934), в 5–7 лет (1946, 1951, 1958); после зарегулирования 1 раз в 18 лет (1960–1977), 1 раз в 2 года (1940–1941, 1979–1980, 1984–1985, 1987 и 1990, 2001–2002 гг.), 1 раз в 4 года (1994–1997, 2016–2019 гг.) и годовичные (2004 и 2007 г.), а периоды экстремального маловодья проявлялись 1 раз в 18 лет (1942–1959 гг.), 1 раз в 3 года (1981–1983 гг.) и 1 раз в 2 года (2011–2012 гг.).

Температура. Среднемесячная температура воздуха за период 1948 по 2021 гг. по г. Павлодару составляла  $2,8 \pm 0,2^\circ\text{C}$ ,  $\lim (-0,6-5,7)$ ,  $\sigma = 1,2$ ,  $C_v = 43,8 \%$  (рис. 1). В целом рост температуры за весь период исследования составил 40,5 % (рис. 1).

За весь исследованный период с 1948 по 2021 гг. значения средней арифметической температуры изменяются в каждом временном периоде в сторону увеличения, начиная с 1,9 до 3,4–3,7°C (табл. 1). В последние два десятилетия наблюдается рост температуры и изменение показателя суммарной величины температуры по десятилетним периодам.

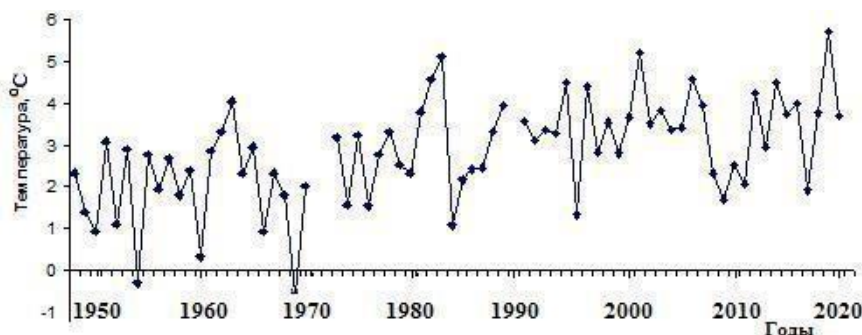


Рисунок 1. Динамика среднегодовых температур воздуха с 1948 по 2021 гг.

Таблица 1

**Характеристика температуры воздуха за отдельные периоды, °С**

Параметр	Периоды, годы						
	1948–1959	1960–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2009	2010–2020
$x \pm m$	$1,9 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,4$	$2,5 \pm 0,2$	$3,1 \pm 0,4$	$3,3 \pm 0,3$	$3,7 \pm 0,3$	$3,4 \pm 0,4$
lim	-0,3–3,1	-0,6–4,0	1,5–3,3	1,1–5,1	1,3–4,5	2,3–5,2	1,7–5,7
$\sigma$	1,0	1,4	0,7	1,2	0,9	0,8	1,2
$Cv, \%$	52	71	29	40	28	22	37

На протяжении 1980–2020 гг. наблюдается практически устойчивый тренд роста суммарной величины температуры с 375,1 до 445,5°С/год. При этом с увеличением суммы температур за определенный период снижается вариабельность среднегодовых температур этого периода ( $r = -0,57$ ).

Осадки. Количество выпавших осадков за современный период 1990–2021 гг. превышает показатели базового периода (1961–1989 гг.) на 22 % и в совокупности составляет 796,5 мм. Количество годов, не превышающих средний показатель (26 мм), составило 16 (53,3 %), превышающих — 13 (43,3 %). Анализ осадков с 1961 по 2021 гг. показал, что в 1990 году произошел перелом повторяемости форм циркуляции, а также за период исследования наблюдалось 12 лет с чрезмерной увлажненностью и 8 лет с повышенной сухостью (рис. 2). Большинство чрезмерно влажных случаев приходится на 1990–2021 гг. (11 лет), а сухой на 1961–1989 гг. (6 лет).

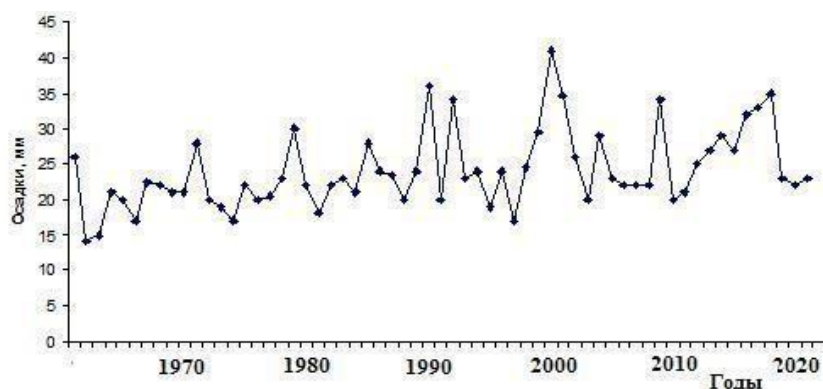


Рисунок 2. Временной ход среднегодовых показателей осадков с 1961 по 2021 гг.

Период увлажненности территории можно оценивать как некий возмущенный режим климатической системы, с общим трендом в направлении глобального потепления.

Для решения вопросов, связанных с экстремальными водно-экологическими ситуациями в среднем течении реки Иртыш, предлагается: разработать и внедрить методику анализа потенциальных возможностей управления водохозяйственным комплексом Иртышского бассейна в условиях изменения климата для поддержки выбора достижимых стратегических целей его функционирования.

В условиях современного изменения климата целесообразно определение компромиссной стратегической цели функционирования системы управления водохозяйственным комплексом, которая может стать основой долгосрочного управления Иртышским бассейном, обеспечивающего, в том числе, учет интересов экологического и хозяйственного развития особо охраняемой территории «Пойма реки Иртыш».

Проблему регулирования водных ресурсов реки Иртыш следует решать с учетом ее трансграничного статуса и современных условий изменения климата, на основе действующих нормативно-правовых документов.

Оптимизировать трансграничное сотрудничество по проблеме Иртыша с РФ и КНР с целью минимизации или устранения негативных воздействий односторонних мер и поддержания координации мер по адаптации на уровне речного бассейна.

Разработать новые Правила по сбалансированному и эффективному управлению водными ресурсами Верхне-Иртышских каскадов водохранилищ, с учетом экологических рисков и связанных с ними последствиями.

Провести экономическую оценку экологических услуг, позволяющую систематизировать пространственную организацию особо охраняемых природных территорий бассейна, определить категории ООПТ для выбора приоритетных направлений развития и рационально использовать программно-целевой метод управления.

Для эффективного функционирования водохозяйственного комплекса в бассейне Иртыша необходим свободный доступ к нормативным документам, на основании которых производится управление водными ресурсами.

Разработать общую структуру системы математических моделей для решения проблем водообеспечения, охраны вод и защиты в периоды с экстремальными водно-экологическими ситуациями применительно к бассейну Иртыша.

Учитывая масштабное и многокомпонентное загрязнение вод бассейна Иртыша в период половодья, целесообразно разработать и внедрить методическое обеспечение проведения мониторинга загрязнения паводковых вод. Для принятия решений в условиях чрезвычайной ситуации целесообразно моделирование зон затопления с помощью ГИС-технологий. Для оптимального весеннего затопления поймы необходимо выдерживать попуск продолжительностью 34 суток, с поддержанием расходов 3 500 м<sup>3</sup>/с до 10 суток.

Для обводнения трудно затопляемых участков поймы необходимо реконструировать и вновь возродить эксплуатацию лиманных систем.

Разработать мероприятия по использованию подземных вод как альтернативных источников в период экстремальных водно-экологических ситуаций.

При отводе земельных участков и планировании застройки территорий, расположенных вблизи реки, необходимо учитывать возможные экстремальные водно-экологические ситуации, выраженные многоводьем и маловодьем.

Проводить ежедекадный мониторинг ледовой обстановки на Иртыше и осуществлять мероприятия по борьбе с заторами и зажорами льда.

Для целевой подготовки специалистов-водников следует возродить в Торайгыров университете кафедру гидрологии.

# ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

## INFLUENCE OF HYDRAULIC STRUCTURES ON THE CONDITION OF RIVER BASIN ECOSYSTEMS

### Экологические риски строительства гидроэлектростанций в бассейне Амура

О. И. Никитина<sup>1</sup>, Ю. М. Гафаров

<sup>1</sup> Кандидат географических наук, Москва, Россия, [oxana.niki@yandex.ru](mailto:oxana.niki@yandex.ru)

**Аннотация.** Из-за крупных наводнений в бассейне Амура в последние годы регулярно встает вопрос о строительстве дополнительных противопаводковых ГЭС. Принципиально важно до принятия решений учесть риски предлагаемых проектов, поскольку эксплуатация ГЭС и регулирование стока приводят к большому количеству негативных последствий для экосистем.

### Environmental risks associated with hydropower dam construction in the Amur river basin

O. I. Nikitina<sup>1</sup>, Yu. M. Gafarov

<sup>1</sup> Candidate of Geographical Sciences, Moscow, Russia, [oxana.niki@yandex.ru](mailto:oxana.niki@yandex.ru)

**Abstract.** The occurrence of significant floods in the recent years within the Amur basin has prompted discussions about the necessity of constructing supplementary hydropower dams for flood control. It is of paramount significance to thoroughly assess the potential risks associated with these proposed projects before reaching decisions, given that the dam operation and flow regulation can result in a multitude of adverse impacts for ecosystems.

В последние годы в бассейне реки Амур наблюдалась серия наводнений, связанных с разливом больших рек из-за сильных дождей. В связи с актуальностью проблемы, регулярно встает вопрос о строительстве противопаводковых ГЭС для дополнительного регулирования стока. Этот вопрос был поднят в 2013 году после катастрофического паводка на Дальнем Востоке. Компания «РусГидро» рассматривала возможности строительства четырех ГЭС суммарной мощностью около 1,8 ГВт [1] за 230 млрд рублей, однако в 2016 году сообщило об отказе от этих проектов из-за отсутствия финансирования. В сентябре 2019 года правительство рассмотрело проект строительства противопаводковых ГЭС на Амуре и его притоках стоимостью 400 млрд рублей. Тогда Минэнерго сделало вывод, что возведение ГЭС не приведет к улучшению ситуации с регулированием высокой приточности, в т. ч. из-за значительной величины стока рек на территории Китая. По итогам очередного сильного паводка летом 2021 года правительство предложило проработать вопрос о строительстве

объектов гидрогенерации в бассейне Амура, и в ходе Восточного экономического форума компания «РусГидро» представила проекты потенциальных гидроэлектростанций: Селемджинской, Гилуйской, Нижне-Зейской и Нижне-Ниманской ГЭС (рис. 1) суммарной мощностью 1,6 ГВт [2]. В сентябре 2022 года на Восточном экономическом форуме стало известно о проработке проектов строительства Нижне-Зейской (400 МВт) и Селемджинской ГЭС (100 МВт), строительство которых может стартовать в 2024 году [3]. Принципиально важно до принятия решений по строительству названных гидроэлектростанций оценить, является ли создание этих гидроэлектростанций и водохранилищ эффективным способом защиты населения от паводков, учесть риски предлагаемых проектов и изучить альтернативы.



**Рисунок 1.** Существующие и потенциальные гидроэлектростанции ГЭС в бассейне Амура, включая предлагаемые к строительству в последние годы

Регулирующая способность предложенных водохранилищ мала, и они не смогут удержать в себе значительные объемы воды при прохождении крупных паводков. Так, регулирующая емкость существующего Зейского водохранилища, которая может быть использована для аккумулирования стока паводка, составляет более  $32 \text{ км}^3$ , в то время, как предполагаемая регулирующая емкость водохранилища Нижне-Зейской ГЭС составит лишь около  $1\text{--}2 \text{ км}^3$ . Планируемая Нижне-Зейская ГЭС на Зее, аналогично Нижне-Бурейской ГЭС на Буре, будет выступать контррегулятором вышерасположенной крупной ГЭС, и вода через нее будет проходить фактически «транзитом». На этом участке в Зею впадают крупные притоки — Уркан, Деп, Тыгда, сток которых, очевидно, больше, чем сможет удержать водохранилище Нижне-Зейской ГЭС.

В связи с тем, что плотина Зейской ГЭС регулирует 45 % стока всей Зеи, противопаводковый эффект может иметь регулирование ее крупного свободно текущего притока — реки Селемджи. Предложенная к проектированию в нижнем течении реки, эта ГЭС может регулировать сток как самой Селемджи, так и ее крупных притоков — Норы, Быссы, Орловки. При этом, Селемджинская ГЭС — худший из рассматриваемых в последние годы

вариантов с точки зрения негативного воздействия на окружающую среду. При ее строительстве в зону затопления попадут ценные пойменные территории, где обитают находящиеся под угрозой исчезновения дальневосточный аист и японский журавль. Кроме долины Селемджи, будут затоплены долины рек Нора и Альдикон, в том числе, значительные участки Норского заповедника, регионального Нижне-Норского заказника и части регионального охраняемого водно-болотного угодья «Альдикон». Окажутся затопленными значительные площади мест обитания и пути миграций сибирской косули. Водоохранилище Селемджинской ГЭС затруднит сообщение между Селемджинским районом и остальной территорией Амурской области, так как окажутся затоплены единственная автодорога, ведущая в район, и магистральная линия электропередач, обеспечивающая электроснабжение района. Строительство новых дороги и ЛЭП в обход водоохранилища будет дорогостоящим из-за требуемой большой протяженности и сложных природных условий.

Если рассматривать проекты предложенных в 2021 году Ниманской ГЭС на притоке Буреи, р. Ниман, и Гилюйской ГЭС на притоке Зеи, реке Гилюй, то их расположение предполагается выше водоохранилищ Бурейской и Зейской ГЭС. Соответственно, сток, который они смогут аккумулировать, может быть удержан крупными водоохранилищами существующих ГЭС на Зее и Бурее.

При оценке потенциального вреда от строительства той или иной ГЭС следует использовать бассейновый подход, то есть оценивать не только локальное воздействие ГЭС на экосистемы в районе ее строительства, но и влияние от каждой ГЭС на речной бассейн в целом с учетом влияния уже существующих плотин [4]. Если исходить из бассейнового подхода к рассматриваемым сейчас ГЭС, при сравнении разных вариантов размещения створов в бассейне Селемджи для снижения негативного воздействия на экосистемы речных бассейнов, вместо Селемджинской ГЭС лучше рассматривать варианты ГЭС выше по течению, например, проект Русиновской ГЭС. Это позволит «отсечь» меньший участок реки, чем в случае зарегулирования реки Селемджинской ГЭС. При этом следует помнить, что строительство любой гидроэлектростанции и создание водоохранилищ всегда сопряжено с негативным воздействием на экосистемы речного бассейна и должно быть реализовано только в крайнем случае. Негативные факторы регулирования стока включают в себя: нарушение водного режима, важного для устойчивого функционирования водных экосистем, нарушение условий естественного воспроизводства рыб, трансформацию природных местообитаний, изменение русловых процессов, уменьшение площади и периода затопления продуктивных пойменных территорий, обеднение и смену видового состава фауны, снижение общей продуктивности водных экосистем, в т. ч. сокращение уловов промысловых видов рыб [5].

Помимо решения проблемы наводнений, предлагаемые ГЭС рассматриваются как способ для оптимизации энергобаланса регионов. Гидроэнергетику часто называют «зеленой» или «экологически чистой» видом энергии из-за малых выбросов парниковых газов в атмосферу. Этот аргумент в пользу гидроэнергетики может быть актуальным в том случае, если есть необходимость создания новой генерации и стоит выбор между тепловой или гидро-генерацией. Однако новых крупных проектов создания угольной генерации в Амурской области пока не предвидится. Кроме того, заявленная мощность, например, Селемджинской ГЭС составляет лишь 100 МВт, что крайне незначительно повлияет на оптимизацию энергобаланса региона. Для сравнения, установленные мощности Зейской, Бурейской и Нижне-Бурейской ГЭС составляют 1 330, 2 010 и 320 МВт, соответственно. Следует учитывать, что низкоуглеродность гидроэнергетики не означает, что энергия ГЭС — экологически чистая, поскольку строительство и эксплуатация ГЭС несут большие издержки для экосистем, в особенности водных.

Изучение влияния уже имеющихся ГЭС на экосистемы показало, что строительство гидроэлектростанций и регулирование стока Зеи и Буреи привело к обеднению видового состава рыб, снижению их численности и ухудшению условий для воспроизводства. Так, в

Зейском водохранилище исчезли 12 из 38 видов рыб [6], а видовой состав ихтиофауны Буреи ниже плотины сократился с 36 до 20 видов [7]. Кроме того, кардинальное изменение водного режима реки ниже по течению от Зейской ГЭС привело к резкому сокращению числа тех рыб, которые нерестятся на залитых летними паводками поймах. Обеднение и смена видового состава делает водные экосистемы неустойчивыми к воздействию природных и антропогенных факторов [8]. Трансформация водного режима Зеи и Буреи привела к зарастанию пойменных проток, озер и болот, важных для гнездования редких птиц — аистов и журавлей [9]. Затопление территорий обусловило уничтожение ценных мест обитания диких животных, привело к гибели популяций эндемичных растений. Регулирование стока Зеи привело к изменению русловых процессов и усложнению условий для судоходства [10]. В результате создания Зейской ГЭС практически полностью исчезла популяция косули на Верхнезейской равнине. При создании Бурейской и Нижне-Бурейской ГЭС были затоплены места обитания произраставших здесь эндемичных видов растений. При этом следует отметить, что, согласно исследованиям ученых, регулирование стока Зеи и Буреи благоприятно сказывается на качестве вод Среднего и Нижнего Амура в зимнюю межень, снижая нагрузку сильно загрязненных вод р. Сунгари и повышая содержание растворенного в воде кислорода [11]. Однако, если рассматривать влияние на биоразнообразие водных экосистем, то подобное улучшение качества воды хоть и сокращает заморы пресноводных рыб, но не способствует увеличению их численности: как показывают исследования [12], их воспроизводство определяется, прежде всего, состоянием нерестилищ и мест нагула.

При проектировании новых ГЭС важно учитывать последствия проектирования и эксплуатации уже существующих гидроузлов и оценивать другие возможные варианты решения проблемы наводнений. Меры адаптации к наводнениям должны прежде всего включать оптимизацию землепользования в периодически затапливаемых районах речных долин, адаптацию инфраструктуры к повторяющимся затоплениям, развитие системы страхования от стихийных бедствий. Кроме того, важно учитывать способность пойменных территорий удерживать и снижать максимальный сток.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Никитина О.И., Симонов Е.А., Егидарев Е.Г. Адаптация к наводнениям на Амуре и охрана природы // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2015. — № 3. — С. 15–24.*
2. *«Русгидро» рассматривает проекты четырех противопаводковых ГЭС в бассейне Амура // Информационное агентство ТАСС <https://tass.ru/ekonomika/12290447> (дата обращения 10 октября 2022).*
3. *Николай Шульгинов: российский ТЭК адаптировался и готов идти на Восток // Информационное агентство ТАСС <https://tass.ru/interviews/15645995> (дата обращения 10 октября 2022).*
4. *Simonov, E.A., Nikitina, O.I., Egidarev, E.G. Freshwater Ecosystems versus Hydropower Development: Environmental Assessments and Conservation Measures in the Transboundary Amur River Basin // Water. — 2019. — V. 11(8). — 1570. [doi.org/10.3390/w11081570](https://doi.org/10.3390/w11081570).*
5. *Дубинина В.Г., Никитина О.И. Об учете экологического фактора при управлении водными ресурсами водохранилищ. Водохранилища Российской Федерации: современные экологические проблемы, состояние, управление: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, г. Сочи, 23–29 сентября 2019 г. — Новочеркасск: Лик, 2019. — С. 80–86.*

6. Коцюк Д.В. *Формирование ихтиофауны Зейского водохранилища: ретроспективный анализ и современное состояние: автореф. дисс. ... канд. биол. наук.* — Владивосток, 2009. — 24 с.
7. *Научный социально-экологический мониторинг и базы данных зоны влияния Бурейского гидроузла. Ихтиологический мониторинг водохранилища БГЭС и р. Бурья в нижнем бьефе. Отчет (I этап — 2003–2007).* — Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2008. — 122 с.
8. Дубинина В.Г. *Методические основы экологического нормирования безвозвратного изъятия речного стока и установления экологического стока (попуска).* — М.: Экономика и информатика, 2001. — 118 с.
9. Smirenski, S.M., Smirenski, E.M. *Protection status of the Red-crowned Crane in the Amur Region of Russia — practical measures to offset the threats // Kushiro Initiative for the Conservation of the Red-crowned Crane, 2009.* — Pp. 21–31.
10. Гусев М.Н., Помигуев Ю.В. *Русловая деятельность магистральных рек Амурской области в условиях современного хозяйствования // География и природные ресурсы.* — 2008. — № 2. — С. 45–50.
11. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. *Влияние Зейского и Бурейского водохранилищ на зимний гидрохимический режим Среднего Амура // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., Хабаровск, 28 февр. — 3 марта 2005 г.* — Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2005. — С. 63–65.
12. Семенченко Н.Н. *Гидрологический режим р. Амур и численность промысловых пресноводных рыб // Современное состояние водных биоресурсов: материалы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова.* — Владивосток: ТИПРО-центр, 2008. — С. 246–250.

## Крапивинская ГЭС на Томи: заморозить, нельзя достроить!

М. В. Андрианов, О. А. Котиков

*Региональная общественная организация охраны окружающей среды и исконной среды обитания коренных народов Кемеровской области-Кузбасса «Комитет по экологии»,  
Мыски, Россия [committee.for.ecology@gmail.com](mailto:committee.for.ecology@gmail.com)*

**Аннотация.** Описаны проблемы строительства Крапивинского гидроузла на р. Томь, история реализации проекта и ход общественных обсуждений оценки воздействия проекта на окружающую среду.

## The construction of Krapivinskaya hydropower plant on the Tom' river ought to be put on hold

M. V. Andrianov, O. A. Kotikov

*Regional Public Organization for the Protection of the Environment and the Indigenous Peoples of the Kemerovo Region and Kuzbass «Committee for Ecology»,  
Myski, Russia, [committee.for.ecology@gmail.com](mailto:committee.for.ecology@gmail.com)*

**Abstract.** The problems of the Krapivinskaya HPP construction on the Tom' River are described, along with the history of the project realization and public discussions on the assessment of the impact of the project on the environment.

Река Томь, крупнейший правый приток реки Оби, второй по водности после левого притока Иртыша, длиной 827 км, берет начало на западных склонах Абаканского хребта на границе Кемеровской области с Хакасией, устремляется на северо-запад в Томскую область, где в 45 км за Томском впадает в Обь.

На берегах Томи расположены три крупных города с населением более 500 тыс. человек: Новокузнецк, Кемерово и Томск, а также множество малых городов, сел и деревень. Население всего бассейна реки Томи составляет около 3 млн человек [1].

В связи с высокой концентрацией промышленных комплексов на локальных территориях к середине 70-х — началу 80-х гг. в Кузбассе сложилась весьма напряженная экологическая ситуация, особенно из-за техногенного загрязнения рек Томского бассейна и нехватки водных ресурсов, главным образом, для предприятий угольной, химической промышленности и черной металлургии [1].

Строительство Крапивинского гидроузла в среднем течении Томи объемом около 11 км<sup>3</sup> с гидроэлектростанцией установленной мощностью 300 МВт было начато в 1975 году по техническому проекту казахстанского филиала института «Гидропроект», утвержденного Минводхозом СССР в 1981 году [1].

Опасность возводимого сооружения общественность осознала лишь в 1986 году, когда по примеру Комитета по спасению реки Волги был учрежден Комитет по спасению реки Томи. Возглавил Комитет житель Томска и уроженец Кемерово Олег Александрович Котиков, со школьных лет увлекавшийся краеведением. Уже в следующем, 1987 году по всему течению Томи, в Томске, Юрге, Кемерове, Зеленогорском, Новокузнецке были созданы отделения комитета, которые оказывали Комитету помощь. Основные принципы работы Комитета: выявление проблемы, формулировка вопросов специалистам и властям, реагирование по результатам. Помощь Комитету оказывало тогда ВООП (Всероссийское общество охраны природы) и отдельные общественно активные специалисты.

В 1988 г. было получено первое отрицательное заключение общественной экологической экспертизы — в Уральском отделении РАН.

Распоряжением Совета Министров СССР от 18.07.1989 г. № 1223р были приняты решения:

1. О временном прекращении строительства и консервации недостроенного сооружения при 60%-й готовности объекта к пуску. Цели и порядок консервации объекта определялись отдельным, совместным приказом Минэнерго СССР и Минводхоза РСФСР.
2. О проведении государственной экологической экспертизы проекта строительства Крапивинского гидроузла и внесении предложений «Совету Министров СССР».
3. О выполнении около 100 водоохраных мероприятий по очищению сточных вод, сбрасываемых предприятиями в реку Томь, предусмотренных отдельным Постановлением Совета Министров СССР от 12.06.1987 г. № 658 [2].

На момент остановки строительства ложе водохранилища было очищено от древесно-кустарной растительности на площади 43 тыс. га (84 %), из зоны затопления переселено 3 020 человек (49,6 % от общего количества 6 090 человек). На 1990 г. планировалось начало заполнения водохранилища. К моменту прекращения строительства было освоено около 60 % капиталовложений по основным сооружениям и около 30 % по всему гидроузлу и водохранилищу в целом [1].

Был разработан и одобрен рабочий проект временного прекращения строительства и консервации Крапивинского гидроузла, однако уже в 1990 г. сессией Кемеровского облсовета было принято решение о прекращении работ по консервации гидроузла в зоне водохранилища за недостатком средств.

В 1993 г. государственная экспертная комиссия из 32 ученых, образованная Приказом Минэкологии России от 02.10.92 № 228 в соответствии с Поручением Правительства РФ от 26.03.92 № ВМ-П18-11683, рассмотрела материалы проекта строительства Крапивинского гидроузла на р. Томь. Были сделаны следующие выводы:

1. Природоохранная роль водохранилища, то есть способность улучшить санитарно-гигиеническое состояние воды в р. Томь, не доказана. Самоочищающая способность реки ниже водохранилища будет снижена, произойдет ухудшение жизни населения (отсутствие безопасных условий хозяйственно-питьевого водоснабжения, образование токсичных туманов, изменений условий пользования рекреаций).
2. Традиционные подходы к обоснованию строительства и параметров Крапивинского водохранилища неприемлемы. Основная задача рассматриваемого водохранилища заключается не в увеличении располагаемых водных ресурсов и выработке электроэнергии, а в улучшении санитарно-гигиенического и медико-биологического состояния сильно загрязненных вод р. Томь с целью

решения проблемы водоснабжения населения и улучшения экологической обстановки в регионе.

3. Из анализа водохозяйственных балансов и перспектив экономического и экологического развития региона необходимость строительства Крапивинского водохранилища не вытекает.
4. Обеспечение населения чистой питьевой водой может быть быстрее и эффективнее всего достигнуто за счет форсированного перевода водоснабжения на использование подземных вод и модернизации систем водоподготовки.
5. Должны быть рассмотрены и учтены все источники загрязнения: выбросы в атмосферу, сосредоточенные промышленные и хозяйственно-бытовые стоки, рассредоточенные стоки с городских территорий и сельскохозяйственных угодий, изучены процессы миграции и их экологические последствия для природной среды и человека, обоснованы состав и очередность выполнения природоохранных мероприятий, и в первую очередь, мероприятий, обеспечивающих улучшение санитарно-гигиенического и медико-биологического качества водных ресурсов.
6. Необходимо безотлагательно осуществить консервацию сооружений гидроузла с целью предупреждения возможной аварии в результате размыва плотины [1].

Судьба сооружения оставалась в подвешенном состоянии, и в последующие годы чаша весов колебалась: периодически находились сторонники достройки Крапивинского гидроузла, которых каждый раз останавливала заинтересованная общественность.

После выпуска в 1997 г. заинтересованными в достройке объекта т. н. «проблемной записки», в которой пошагово опровергались доводы государственной экологической экспертизы (ГЭЭ) в защиту возобновления строительства Крапивинского гидроузла, администрация Кемеровской области продолжила поиск инвесторов. По инициативе администрации Кемеровской области и по заказу Министерства природных ресурсов РФ в 2000–2005 гг. ОАО «Ленгидропроект» перевело проект Крапивинского гидроузла в энергетический проект Крапивинской ГЭС, а 22 февраля 2008 года Постановлением

Правительства РФ N 215-р уже энергетический объект Крапивинской ГЭС был включен в Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2020 года.

Параллельно в 2003 г. экологические некоммерческие организации Кемеровской и Томской областей совместно принимали меры по предотвращению завершения строительства Крапивинского гидроузла. В ответ на обращения IV Международной конференции «Реки Сибири» к региональным и федеральным органам власти, имевшие место в 2008–2010 гг., Минэнерго России в письме от 01.12.2008 № СВ-3889/06 сообщило:

*«В результате расчета экономической эффективности проекта, оценки экологических, социальных и политических рисков было принято решение о нецелесообразности продолжения работ и дальнейшей реализации инвестиционного проекта «Крапивинский гидроузел»». В 2009 г. Коллегия администрации Кемеровской области утвердила «Схему территориального планирования Кемеровской области» с перепрофилированием плотины Крапивинского гидроузла в мостовую переправу через р. Томь.*

В 2010 г. Россией было заключено соглашение с китайской госкомпанией «Yangtze Power» о строительстве до 2020 года на территории Сибири и Дальнего Востока гидроэнергетических объектов общей мощностью 20 ГВт, с участием от России группы компаний «Базовый элемент», а в 2012 г. РУСАЛом была развернута кампания по обеспечению поддержки строительства Крапивинской ГЭС для обеспечения электроэнергией Новокузнецкого алюминиевого завода, принадлежащего РУСАЛу. Тогда по инициативе

общественности 23.11.2012 г. в Томске были проведены общественные слушания «Проблемы строительства Крапивинского гидроузла на реке Томи» с участием всех заинтересованных сторон: Законодательной Думы Томской области, Общественной палаты Кемеровской области, Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, Томского отдела Верхне-Обского БВУ, ОАО «ЕвроСибЭнерго», ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», Института экологии человека СО РАН, кафедры гидрологии НИЛ гидролого-экологических проблем ТГУ, а также экологических некоммерческих организаций Кемеровской и Томской областей.

Большинство участников общественных слушаний сошлись на мнении, что необходимо поддержать заявленную позицию администраций Кемеровской и Томской областей, а также Правительства РФ о недопустимости завершения строительства Крапивинского гидроузла, «так как это не отвечает ни экономическим, ни экологическим интересам Томской и Кемеровской областей, отказаться от дополнительных исследований и обратиться к Правительству РФ с предложением ускорить принятие решения по демонтажу недостроенных объектов или их перепрофилированию в мостовую переправу, предусмотреть необходимое финансирование в федеральном бюджете. В результате Распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2017 г. № 1209-р была утверждена новая Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 года, из которой Крапивинская ГЭС была вновь исключена.

После утверждения Распоряжением Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 № 1523-р новой Энергетической стратегии РФ на период до 2035 года. 10 ноября 2020 г. Комитет Госдумы провел видеоконференцию «О перспективах развития гидроэнергетики в РФ» [3] с участием нового губернатора Кемеровской области Сергея Цивилева, пришедшего на этот пост в 2018 г. Последним пунктом рекомендаций «круглого стола» стало рассмотрение возможности реализации проекта по завершению строительства Крапивинской ГЭС. Профильный Комитет Государственной Думы по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды в конференции участия не принимал.

С июня 2021 г. кемеровские региональные СМИ пестрили новостями о том, что соглашение о завершении строительства Крапивинской ГЭС между губернатором Цивилевым и генеральным директором РУСАЛа Евгением Никитиным уже подписано, в результате объявленные общественные обсуждения воспринимались как формальность.

Действительно, летом 2022 г. АО «Ленгидропроект», дочернее предприятие энергохолдинга ПАО «Русгидро», выступая в качестве заказчика, провело общественные обсуждения оценки воздействия на окружающую среду завершения строительства Крапивинской ГЭС на р. Томь. Четыре разрозненных обсуждения были проведены только в четырех муниципальных округах Кемеровской области, Крапивинском, Беловском, Прокопьевском и Новокузнецком, выбранных заказчиком по формальному принципу расположения на части их территории намечаемого водохранилища. При этом заказчик полностью проигнорировал первостепенное влияние намечаемой деятельности на территории нижнего бьефа, в том числе полумиллионные города Кемерово и Томск.

Проведя общественные обсуждения двухэтапно, с отдельным обсуждением технического задания в форме письменных замечаний и предложений, выбрав на втором этапе обсуждений форму общественных слушаний, заказчик только сделал видимость соблюдения важнейших принципов экологической экспертизы: учета общественного мнения, открытости и гласности, а также комплексности оценки воздействия, научной обоснованности, достоверности и полноты информации и даже законности.

Несмотря на результаты предыдущих исследований и экспертиз, на важнейшие письменные замечания общественности были получены формальные «отписки», в том числе на замечания о необходимости проработки варианта консервации недостроенного сооружения —

единственного экономически целесообразного варианта отказа от намечаемой деятельности, а также отсутствие разумного обоснования причинения столь значительного ущерба естественной биосистеме нескольких регионов.

Как предусмотрено пунктами 5 и 7 статьи 18 Федерального закона от 23.11.1995 N 174-ФЗ, отрицательное заключение ГЭЭ 1993 г. прямо запрещает завершение строительства Крапивинского гидроузла, и заказчик вправе представить материалы на повторную ГЭЭ только при условии их переработки с учетом замечаний, изложенных в отрицательном заключении ГЭЭ. Изменение названия объекта и его приоритетов с «Крапивинского гидроузла» на «Крапивинскую ГЭС» не должно быть поводом для игнорирования предыдущей отрицательной ГЭЭ.

В праздник Крещения в 2023 году общественникам в суде апелляционной инстанции удалось признать недействительным протокол и отменить результаты общественных слушаний, прошедших в Белово 26 февраля 2022 года, по причине недопуска на слушания общественности, а также формального составления протокола обсуждений без учета и детализации реального общественного мнения [4]. Две аналогичных жалобы по двум другим общественным слушаниям будут рассмотрены тем же судом в ближайшее время.

Оказалось, что менее чем за месяц до крещенского решения суда, 30 декабря 2022 г., вышло Распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2022 г. № 4384-р, которым Крапивинская ГЭС была вновь внесена в Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики с обозначением сроков строительства 2026–2030 г. А значит, борьба будет продолжена!

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Крапивинский водный и энергетический комплекс (проблемная записка)* — С.А. Басов, д.т.н., проф., академик Российской инженерной академии, А.П. Новожилов, инж., зам. Директора дирекции строящегося Крапивинского гидроузла, г. Кемерово, 1997 г.
2. *Распоряжение Совета Министров СССР от 18.07.1989 г. № 1223р*  
<http://www.komitet2-13.km.duma.gov.ru/Rabota/Rekomendacii-po-itogam-meropriyatij/item/24750236>.
3. *Апелляционное определение Кемеровского областного суда от 19.01.2023 г. по административному делу № 33а-159/2023 (33а-12048/2022)*.

## Антропогенная трансформация поверхностного стока верховьев Иртыша

П. В. Большаник, Б. В. Усович

*ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», Омск, Россия*

**Аннотация.** В статье анализируется антропогенная трансформация поверхностного стока реки Черный Иртыш. Дается прогноз по изменению поверхностного стока и его геоэкологических последствий.

## Anthropogenic transformation of surface runoff upper reaches of the Irtysh

P. V. Bolshanic, B. V. Usovich

*Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia*

**Abstract.** The article analyzes the anthropogenic transformation of the surface flow of the Black Irtysh River. A forecast is given for changes in surface runoff and its geoeological consequences.

Долина верховьев Иртыша подверглась значительной антропогенной трансформации: созданы водохранилища на основной реке и ее притоках, большие объемы воды изымаются из основного русла и перебрасываются по каналам на нефтяные месторождения Таримского бассейна Китая. Ввиду недостатка открытых данных по перестройке поверхностного стока Черного Иртыша, актуальным является дистанционный анализ антропогенных изменений и их геоэкологических последствий.

Черный Иртыш (Кара-Иртыс), как основная река, начинается на западных склонах Монгольского Алтая (Китай). Исток Черного Иртыша — четыре веерообразно расположенных водотока в высокой котловине Кийтын-арча [1]. В Черный Иртыш впадает левый приток Джелты. Ниже по течению Черный Иртыш принимает слева р. Бала-Иртыс (Малый Иртыш). В верховьях Черного Иртыша построено водохранилище. Спускаясь с гор в юго-западном направлении, Черный Иртыш резко меняет свое русло при выходе на равнину и продолжает свое течение на северо-запад. На равнине он сливается с Синим Иртышом.

Синий Иртыш (Ку-Иртыс) образуется на высоте 1 790 м от слияния двух рек Джалгызгагат-Хэ и Ул-Тургэн-Хэ. С севера Синий Иртыш принимает правый приток Малый Синий Иртыш, берущий свое начало из карового озера. Близ селения Коктокай Синий Иртыш сливается со своим правым притоком — р. Улькун-Кайрты (Каирты), текущей с северо-запада. В месте слияния построена плотина и водохранилище. Ниже по течению, в русле Синего Иртыша сооружены еще два водохранилища. Далее Синий Иртыш с направлением на юго-запад спускается с западного макросклона Алтая, выходит на предгорье и поворачивает на северо-запад.

После выхода с гор на возвышенность Синий Иртыш сливается с р. Кара-чункэ, которая приходит с юго-востока. Исток р. Кара-чункэ — водохранилище на слиянии двух безымянных ручьев. Еще одно водохранилище построено у населенного пункта Каратюнгю.

И Черный, и Синий Иртыш протекают по равнине в северо-западном направлении и принимают в основном правые притоки, спускающиеся с гор Алтая. В целом долина Черного Иртыша имеет ассиметричную, флаговую форму. На слиянии Черного и

Синего Иртыша создано крупное водохранилище; несколько ниже по течению — еще одно (табл. 1).

Таблица 1

**Расположение искусственных водохранилищ в долине Черного Иртыша**

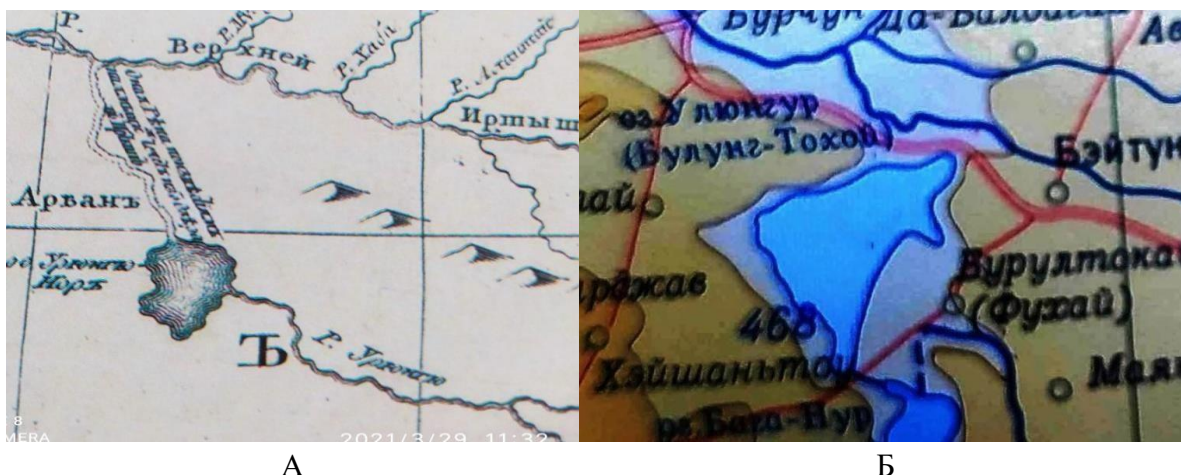
Водохранилище	Река	Площадь	Координаты плотины
Водохранилище Коктокай	Слияние Синего Иртыша и Каирты	19,95 км <sup>2</sup>	47°10'51,9147" и 89°42'34,3757"
Водохранилище	Синий Иртыш	0,4 км <sup>2</sup>	47°07'56,4942" и 89°39'05,5556"
Пруд	Синий Иртыш	0,28 км <sup>2</sup>	47°00'27,8746" и 89°33'20,6880"
Пруд	Кара-чункэ	0,0007 м <sup>2</sup>	46°56'42,6600" и 90°02'35,4476"
Водохранилище Каратюнгю	Кара-чункэ	0,5 км <sup>2</sup>	46°52'26,2326" и 89°39'10,9055"
Пруд	Сенпилтай	0,06 км <sup>2</sup>	46°57'54,1150" и 89°34'48,3604"
Водохранилище	Черный и Синий Иртыш	67,5 км <sup>2</sup>	47°08'12,9831" и 88°53'12,7282"
Водохранилище	Черный Иртыш	10,14 км <sup>2</sup>	47°14'21,7208" и 88°28'33,7783"
Водохранилище	Черный Иртыш	2,7 км <sup>2</sup>	47°20'35,7314" и 89°02'51,4644"
Буркин Шанькоу	Буркин	4,03 км <sup>2</sup>	47°54'13" с.ш. 87°12'15" в.д.
Буркин Чонхуэр	Буркин	0,75 км <sup>2</sup>	48°11'00,8223" и 87°09'04,8773"
Водохранилище	Буркин	2,55 км <sup>2</sup>	47°54'11,6401" и 87°12'14,1698"
Водохранилище	Каба	1,94 км <sup>2</sup>	48°10'59,1995" и 86°25'36,2425"
	Всего	110,74 км <sup>2</sup>	

На реке Буркин (правый приток Черного Иртыша) действуют две гидроэлектростанции: Буркин Шанькоу и Буркин Чонхуэр. После устья р. Буркин в Черный Иртыш ниже по течению два крупных правых притока: Келан, Каба, Белезек, Алакебике. Уже на территории Казахстана, неподалеку от устья в Черный Иртыш впадает река Калжир, с истоком из озера Маркаколь.

По свидетельству В.В. Сапожникова, озеро Улюнгур ранее имело соединение с Иртышом. Однако, расположенное всего в 2,5 км (2 556 м) от русла Черного Иртыша, оз. Улюнгур (по данным 1908 г.) связи с ним не имеет, т. к. урез Иртыша превышает урез оз. Улюнгур на 5,3 м. Вероятно, в этом месте (47°26'09,9885" и 87°33'37,5631") происходила бифуркация вод Черного Иртыша: часть водного потока двигалась на северо-запад по прямолинейному руслу, а избыток в период половодья сбрасывался в озеро Улюнгур. Об этом свидетельствует фрагмент карты С. Ремезова [2], на которой показан временный водоток, соединяющий Черный Иртыш и озеро Улюнгур (Урюнгю-Норб) (рис. 1) и надпись, поясняющая, что вода идет из реки.

Иртыш является международной рекой, бассейн которой расположен на территории России, Казахстана, Китая и Монголии. Поэтому проблема водности остается вопросом международных отношений [3].

Поверхностный сток верховьев Черного Иртыша, составляющий около 9 км<sup>3</sup> в год, подвергся значительной реконструкции в соответствии с планами по модернизации экономике Синьзян-Уйгурского автономного района Китая. В Китае идет усиление добычи и переработки нефти и сельскохозяйственное освоение этой территории. Для целей водоснабжения г. Камрай — центра нефтегазовой промышленности района — был построен 300-километровый канал Черный Иртыш — Камрай. Второй канал Иртыш — Урумчи был сооружен для водоснабжения Таримского нефтегазового бассейна. Суммарный вывод через оба канала составляет около 6 км<sup>2</sup> воды в год, примерно 66 % стока Черного Иртыша.



**Рисунок 1.** Перешеек между бассейнами Черного Иртыша и оз. Улюнгур.  
Перевод надписи: «Оная река по известиям, течет изо дня в день из Иртыша»:  
А — фрагмент карты С. Ремезова, Б — современное состояние

Сейчас по древнему руслу, ранее соединявшему Черный Иртыш и оз. Улюнгур, проложен канал, по которому в озеро подается самотеком вода из Черного Иртыша. В результате этого озеро увеличило свою площадь на 200 км<sup>2</sup>. В результате забора воды из верховьев Иртыша, снизился уровень воды в озере Зайсан на 3 м: вместо 7,8 км<sup>3</sup> в год (данные на 1989 г.) в настоящее время в Зайсан поступает около 5 км<sup>3</sup>.

Более того, в Казахстане для обеспечения нужд г. Нур-Султана планируется увеличить расходы канала Иртыш — Караганда (канала им. Сатпаева) до 125–150 м<sup>3</sup>/с. Забор воды в настоящее время составляет 3,8 км<sup>3</sup>, планируемое увеличение водозабора может составить до 10–15 км<sup>3</sup>.

Изъятие стока в Китае и Казахстане в размере 15 км<sup>3</sup> приведет к тому, что на территорию Омской области будет приходиться порядка 10 км<sup>3</sup> в год, а в засушливые годы не более 7–8 км<sup>3</sup>.

В результате уже в настоящее время часть русла Иртыша перестала быть судоходной, в период межени обнажаются водозаборные устройства в Омске. Значительно ухудшился видовой и численный состав ихтиофауны. Пойма Иртыша из кормовой базы для животноводства превращается в сухую степь.

В России водопотребление составляет 0,4 км<sup>3</sup>, из них на Омскую область приходится 60–70 % [4]. Прогноз водопотребления в России достигает 0,8–1,0 км<sup>3</sup>.

С целью решения проблемы водоснабжения миллионного города Омска в 2022 году Правительством РФ выделено 4 миллиарда рублей на строительство 700-метровой плотины. Завершение строительства плотины намечено в 2024 году.

В результате проведенной работы выявлено, что причиной значительного снижения водности р. Черный Иртыш послужило строительство водоотводящих каналов и массовое создание водохранилищ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сапожников В.В. По русскому и монгольскому Алтаю. М.: Изд-во географической литературы, 1949. — 580 с.
2. Чертежная книга Сибири. 1701 г., составленная 1699–1700 гг. С.У. Ремизовым и его сыновьями. Нач. XVIII в. Собр. Н.П. Румянцева (ф. 256), № 346.

3. *Большаник П.В. Прогноз антропогенной трансформации ландшафтов в результате межбассейнового перераспределения водных ресурсов рек Западной Сибири // В сб.: Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона: материалы рос.-герм. конф. 20–22 сент. 2004 г.: посвящ. 175-летию путешествия А. Гумбольдта, Г. Розе и К. Эренберга по России: / М-во образования и науки РФ [и др.]. — Тюмень, 2004. — С. 260–261.*
4. *Большаник П.В. Геоэкологические проблемы трансформации рельефа урбанизированных территорий (на примере городов Западной Сибири) Большаник П.В., Недбай В.Н. М.: ИНФРА-М, 2017. — 243 с.*

## Биогеохимическая оценка изменения состава воды в Бурейском водохранилище после крупного оползня

Л. М. Кондратьева<sup>1</sup>, З. Н. Литвиненко<sup>1</sup>, Д. В. Андреева<sup>1</sup>, Е. М. Голубева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт водных и экологических проблем», Хабаровск, Россия, kondratevalm@gmail.com

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт тектоники и геофизики имени Ю.А. Косыгина Дальневосточного отделения Российской академии наук», Хабаровск, Россия

**Аннотация.** Рассмотрены результаты комплексных исследований качества воды Бурейского водохранилища после крупного оползня, произошедшего в декабре 2018 г. при отрицательных температурах. В качестве индикаторов использованы летучие органические вещества, структура микробных сообществ и элементный состав проб воды вокруг тела оползня до/после взрывных работ и в искусственном канале. Среди доминирующих компонентов в воде обнаружен ряд токсичных веществ, в том числе метанол и метилированные производные бензола, концентрация которых возросла после слива воды через тело оползня. Большую роль в формировании качества воды сыграли взвеси размельченных пород, миграция органических веществ из порового пространства оползневого тела и различные биогеохимические процессы при взаимодействии воды с горными породами.

## Biogeochemical assessment of water composition changes in the Bureya reservoir after a large landslide

L. M. Kondratieva<sup>1</sup>, Z. N. Litvinenko<sup>1</sup>, D. V. Andreeva<sup>1</sup>, E. M. Golubeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, separate division «Institute of Water and Ecology Problems», Khabarovsk, Russia, kondratevalm@gmail.com

<sup>2</sup>Institute of Tectonics and Geophysics named after Yu.A. Kosygin Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia

**Abstract.** The results of comprehensive studies of water quality in the Bureya reservoir after a large landslide that occurred in December 2018 at sub-zero temperatures are considered. Volatile organic substances, the structure of microbial communities, and the elemental composition of water around the landslide body before/after blasting and in the artificial channel were used as indicators. Among the dominant components in the water, a number of toxic substances were found, including methanol and methylated benzene derivatives, the concentration of which increased after the drainage of water through the body of the landslide. An important role in the formation of water quality was played by suspensions of crushed rocks, migration of organic substances from the pore space of the landslide body, and various biogeochemical processes during the interaction of water with rocks.

Впервые на Дальнем Востоке России в зимний период (11 декабря 2018 г.) при температуре  $-36^{\circ}\text{C}$  произошел гигантский оползень, с перемещением большого объема горных пород непосредственно в водохранилище [5]. В результате было полностью перекрыто движение водных масс к Бурейской ГЭС. По данным Дальневосточного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды на 16 января 2019 г., перепад уровней воды перед оползнем и ниже его составлял 5 м. Для решения проблемы восстановления гидрологического режима на участке, где произошел оползень, были проведены крупномасштабные взрывные работы. По данным Минобороны России, для создания проточного канала сквозь тело оползня было использовано около 260 т тротила (тринитротолуола) и подорвано около 520 комплектов кумулятивных зарядов, содержащих гексоген.

Нестабильность устойчивости склонов в горной местности, связанная с изменением климата, признана одной из важных причин возникновения оползней в разных частях мира. Разрушение горных пород на склонах происходит в ответ на повышение температуры воздуха и деградацию мерзлоты [8]. К числу важных триггеров оползней относят землетрясения. Например, после землетрясения в китайской провинции Сычуань 8 августа 2017 г. были обнаружены 83 оползня, которые существенно увеличили объем наносов и обломочного материала в водотоках [10]. Спустя два года в этой же провинции произошел гигантский оползень объемом 48 тысяч  $\text{м}^3$  из почвы и камней, перекрывший участок железной дороги [15].

Криогенные оползни часто происходят на Аляске, севере Канады и Центральном Ямале (Россия) [13]. Разрушительный эффект возрастает при широкой амплитуде зимних и летних температур, регулярных процессах замерзания и оттаивания воды в поровом пространстве горных пород [6]. На Дальнем Востоке России участки многолетней мерзлоты приурочены к водоразделам и склонам северной экспозиции, включая долины бассейнов рек Амура и Буреи. Водосбор Бурейского водохранилища расположен на территории с очень сложными мерзлотно-гидрогеологическими условиями [4]. Установлено, что таяние многолетней мерзлоты часто сопровождается эмиссией огромных объемов метана [3].

Взрывное выделение газов за короткий период связывают с криогенными процессами и называют «криогенным вулканизмом». Эффект усиливается за счет резкого замерзания воды в поровом пространстве [1; 7]. Высокую продукцию метана наблюдали при широком диапазоне температур от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$ .

В результате оползня с левого берега в Бурейское водохранилище, последующего водного цунами, уничтожения лесного массива на правом берегу в воду поступило огромное количество измельченных частиц горных пород, минералов, остатков растительности, почвенного покрова, которые привели к изменению химического состава воды в водохранилище. Дополнительным фактором риска выступили продукты детонации взрывчатых веществ. Соотношение между количеством поступивших органических веществ (ОВ) различного генезиса и продуктами их трансформации, включая углекислый газ и метан во многом зависели от комплекса гидрологических, физико-химических и биотических факторов.

Цель исследований состояла в оценке изменения состава воды в Бурейском водохранилище вокруг тела оползня с использованием спектрофотометрических, микробиологических и хроматографических методов определения органических веществ — важного критерия качества воды и показателя динамики биогеохимических процессов в водных экосистемах.

Согласно **спектрофотометрии**, после оползня в природные воды водохранилища поступили ОВ различного строения, которые содержались в поверхностном слое почв и поровом пространстве размельченных горных пород. Установлено увеличение общего содержания органических веществ ОВ254 и ароматических соединений ОВ275 ниже тела

оползня, а также в искусственном канале сразу после проведения взрывных работ в феврале 2019 г. В марте содержание ОВ снижалось (табл. 1). Увеличение доли ароматических соединений после проведения взрывных работ можно объяснить поступлением продуктов детонации тротила (тринитротолуола).

На изменение качества воды в Бурейском водохранилище после взрывных работ в большей степени могло повлиять поступление **летучих органических веществ (ЛОВ)** с поверхностным стоком, из порового пространства размельченных пород и продуктов детонации взрывчатых веществ. В основную группу ЛОВ в воде у левого берега входили бензол, метанол, *m*-ксилол и изопропилбензол. В воде у правого берега ниже тела оползня было установлено максимальное содержание метанола, здесь же были обнаружены бутанол и гексан. После проведения взрывных работ в воде искусственного канала присутствовали ацетальдегид, ацетон, метанол, толуол и другие представители ЛОВ. В марте 2019 г. за счет промывного режима в пробах воды, отобранных из канала, отмечено снижение концентраций ЛОВ. Многие ароматические соединения, обнаруженные в воде вокруг оползня, включая метилированные производные бензола (толуол и ксилолы), а также метанол представляют опасность для гидробионтов и приводят к пролонгированным рискам в пространстве и во времени. Токсичный метанол и производные бензола образуются при трансформации лигноцеллюлозы и в результате микробиологических процессов из природного метана. В вытяжке скальных пород были обнаружены гексан, ацетон, примеси бензола и его метилированные производные, но метанол отсутствовал. В результате анализа состава ЛОВ, многие из которых являются продуктами метаногенеза и метанотрофии, была предложена гипотеза о причине зимнего оползня — взрывоподобное выделение метана при резком снижении температуры [2].

Одним из чувствительных биоиндикаторов поступления в воду ОВ различного генезиса является **бактериоплантон**, включая культивируемых гетеротрофных бактерий (КГБ), участвующих в трансформации ОВ. Увеличение численности КГБ ниже тела оползня происходило за счет медленного дренажа воды сквозь рыхлые породы и вымывания ОВ из порового пространства. Динамика численности КГБ отражала разнообразие состава ОВ в пробах воды [12]. Максимальная численность биоиндикаторов поступления ОВ различного генезиса была отмечена в пробах воды, отобранных из проточного канала при завершении взрывных работ.

Известно, что от количества ОВ в поверхностных водах зависит поведение ряда элементов, определяющих их миграционную способность. Токсичность тяжелых металлов связана с процессами их растворения и осаждения. Металлы во взвешенном веществе связываются с функциональными группами, гидроксидами, карбонатами, сульфидными минералами или органическими лигандами, изменяя динамику биогеохимических процессов [14]. В зонах многолетней мерзлоты металлы участвуют в процессах метаногенеза и анаэробного окисления метана, которые сопровождаются образованием широкого спектра ОВ в поровом пространстве горных пород [9].

**Элементный состав** проб воды, отобранных в Бурейском водохранилище выше и ниже тела оползня (у левого и правого берега), существенно отличался. Были определены две группы элементов, отличающиеся своим поведением. В первую группу входили элементы, концентрация которых увеличивалась ниже тела оползня: Al, Fe, W, Cr и Pb; вторую группу составляли элементы, концентрация которых уменьшалась: Mg, Ca, Zn, Se и Cd [11]. У правого берега, после эффекта цунами и уничтожения растительного покрова, в воде было отмечено увеличение концентрации никеля и меди. Такие количественные изменения элементного состава воды в Бурейском водохранилище можно объяснить поступлением в поверхностные воды литогенных элементов из горных пород, растительных и почвенных остатков; взаимодействием воды с органоминеральными комплексами; изменением редокс-потенциала, влияющего на растворимость и миграционную способность многих элементов. В пробах воды,

отобранных спустя несколько месяцев после восстановления проточности в водохранилище через канал, содержание Fe, Mn, Al, Cu и Zn не достигло значений концентраций, установленных до проведения взрывных работ.

**Таблица 1**

**Комплексная оценка состава воды Бурейского водохранилища после крупного оползня в зимний период**

Место отбора проб воды		Содержание ОВ, ед. адсорбции		Содержание элементов, мкг/л				Численность КГБ, КОЕ/мл
		ОВ254	ОВ275	Fe	Mn	Cu	Zn	
До взрывных работ, вокруг тела оползня, 25.01.2019								
Выше оползня	ЛБ	0,324	0,282	207,8	11,5	5,6	22,3	111,0 ±9,6
	ПБ	0,303	0,196	274,2	7,7	3,9	14,2	101,3 ±3,5
Ниже оползня	ЛБ	0,524	0,312	344,1	9,8	5,7	16,9	63,0 ±2,2
	ПБ	0,587	0,324	338,4	9,5	5,1	11,3	144,7 ±10
После взрывных работ из искусственного канала								
14.02.2019		0.753	0,545	< 0,001	8,7	< 0,001	< 0,001	484,7 ±12
01.03.2019		0.385	0,211	248,4	4,8	< 0,001	< 0,001	133,0 ±10

Таким образом, оползень на Бурейском водохранилище стал причиной пролонгированных экологических рисков, которые связаны с поступлением в воду с поверхностным стоком во время весеннего снеготаяния и летних паводков размельченных горных пород, почвенных частиц и их седиментацией на дно водохранилища. Они могут провоцировать увеличение концентрации метилированных ароматических соединений и токсичных элементов в воде вокруг оползня. Остатки древесных пород на берегах водохранилища, после цунами и осевшие на мелководьях, могут выступать фактором риска повышения цветности воды и увеличения концентрации высокомолекулярных ОВ, включая токсичные полициклические ароматические углеводороды и метилированные производные бензола. Слабая изученность процесса взрывной эмиссии метана в регионах с отступающей многолетней мерзлотой может привести к риску увеличения негативных геологических событий в зимний период в бассейне р. Буря, включая появление кратеров вблизи угольных месторождений, разрушение инфраструктуры шахт, хранилищ углеводородов или следующих оползней на крутых берегах Бурейского водохранилища. Для предотвращения риска повторения подобных событий целесообразно организовать мониторинг за содержанием метана в атмосфере и природных водах в зоне влияния Бурейской гидроэлектростанции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Власов А.Н., Хименков А.Н., Волков Д.Б., Левин Ю.К. Природные взрывные процессы в криолитозоне // *Наука и технологические разработки*. 2017. Т. 96. № 3. С. 41–56.
2. Кондратьева Л.М., Литвиненко З.Н., Филиппова Г.М. Экологический риск образования летучих органических веществ после крупного оползня // *Геоэкология*. 2020. № 3. С. 74–81.
3. Краев Г.Н., Ривкина Е.М. Накопление метана в промерзающих и мерзлых почвах криолитозоны // *Arctic Environmental Research*. 2017. Том 17. № 3. С. 173–184.
4. Кулаков В.В., Махинов А.Н., Ким В.И., Остроухов А.В. Катастрофический оползень и цунами в водохранилище Бурейской ГЭС (бассейн Амура) // *Геоэкология*. 2019. № 3. С. 12–20.
5. Махинов А.Н., Ким В.И., Остроухов А.В., Матвеев Д.В. Крупный оползень в долине реки Буря и цунами в водохранилище Бурейской ГЭС // *Вестник ДВО РАН*. 2019. № 2. С. 35–44.

6. *Andres N., Badoux A. The Swiss flood and landslide damage database: normalisation and trends // Journal of Flood Risk Management. 2018. 12 p. e12510.*
7. *Buldovicz S.N., Khilimonyuk V.Z., Bychkov A.Y. et al. Cryovolcanism on the Earth: origin of a spectacular crater in the Yamal Peninsula (Russia) // Scientific Reports. 2018. Vol. 8. Article No. 3534.*
8. *Coe J.A. Bellwether sites for evaluating changes in landslide frequency and magnitude in cryospheric mountainous terrain: a call for systematic, long-term observations to decipher the impact of climate change // Landslides. 2020. Vol. 17. P. 2483–2501.*
9. *He Zh., Zhang Q., Feng Yu., Luo H., Pan X., Gadd G. M. Microbiological and environmental significance of metal-dependent anaerobic oxidation of methane // Sci. Total Environ. 2018. V. 610–611. P. 759–768.*
10. *Hu X., Hu K., Tang J., You Y. and Wu C. Assessment of debris-flow potential dangers in the Jiuzhaigou Valley following the August 8, 2017, Jiuzhaigou earthquake, western China // Eng. Geol. 2019. V. 256. P. 57–66.*
11. *Kondratyeva L.M., Golubeva E.M., Litvinenko Z.N. Water Composition Changes in the Bureiskoe Reservoir after a Landslide and Blasting // IOP Conf. Series: Earth and Environ. Science. 2021 (690).*
12. *Kondratyeva L.M., Litvinenko Z.N., Andreeva D.V., Bashkurova A.S. Change in Abundance and Activity of Microbocenoses in the Area of Influence of a Large Landslide at the Bureyskoye Reservoir // Inland Water Biology. 2021. V. 14. No. 3. P. 274–283.*
13. *Leibman M.O., Kizyakov A.I., Plekhanov A.V., Streletskaya I.D. New permafrost feature — deep crater in Central Yamal, (West Siberia, Russia,) as a response to local climate fluctuations // Geography, Environment & Sustainability. 2014. V. 7. No. 4. P. 68–79.*
14. *Vallero D. Metal and metalloid cycles. In D. Vallero (ed.), Fundamentals of air pollution, 5th edition. 2014. Academic Press, Cambridge, UK. P. 531–545.*
15. *Zheng Q., Shen S-L., Zhou A-N. and Cai H. Investigation of Landslides that Occurred in August on the Chengdu-Kunming Railway, Sichuan, China // Geosci. 2019. V. 9(497).*

## О влиянии оползня на химический состав воды Бурейского водохранилища

В. П. Шестеркин

*ФГБУН «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного  
отделения Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт водных  
и экологических проблем», Хабаровск, Россия, shesterkin@ivep.as.khb.ru*

**Аннотация.** Рассмотрен химический состав воды Бурейского водохранилища в районе оползня в январе и июле 2019 г., июле 2020 и сентябре 2021 г. Отмечено небольшое увеличение концентраций биогенных и органических веществ в воде правобережной части ниже оползня в январе 2019 г.

## On the impact of a landslide on the chemical composition of the water of the Bureysky reservoir

V. P. Shesterkin

*«Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the  
Russian Academy of Sciences», separate division «Institute of Water and Ecology Problems»,  
Khabarovsk, Russia, shesterkin@ivep.as.khb.ru*

**Abstract.** The chemical composition of the waters of the Bureya reservoir in the area of the landslide in January and July 2019, July 2020 and September 2021 is considered. There was a slight increase in the concentrations of biogenic and organic substances in the water of the right-bank part below the landslide in January 2019.

Бурейское водохранилище — крупный искусственный водоем в бассейне Амура. Плотина Бурейской ГЭС расположена в 186 км выше устья р. Бурей. Максимальная глубина водохранилища при НПУ 256 м составляет 118 м, длина — 140 км, площадь водосбора — 64,8 тыс. км<sup>2</sup>, площадь зеркала — 750 км<sup>2</sup>, полный объем — 20,9 км<sup>3</sup>.

Заполнение Бурейского водохранилища началось весной 2003 г. В период наполнения химический состав воды формировался в условиях высокого водного обмена. Максимальный приток наблюдался в 2013, 2016, 2019 и 2021 гг. Параметры водохранилища с 2008 по 2021 гг. даны в таблице 1.

В начале декабря в 73 километрах от пос. Чекунда Хабаровского края в Бурейское водохранилище обрушилась часть скалы объемом свыше 20 млн м<sup>3</sup>, что привело к изоляции 28 % полезного объема водохранилища и снижению расходов воды на Бурейской ГЭС. Обрушение резко снизило приток воды в Бурейское водохранилище в январе до 13,5 м<sup>3</sup>/с, тогда как в 2009–2018 гг. он изменялся в пределах 23–123 м<sup>3</sup>/с, в среднем составляя 58 м<sup>3</sup>/с.

Перепад уровней воды между верхней и нижней части оползня в январе составил 5 метров. Для расчистки затора МО РФ было использовано более 200 т тротила. В феврале в результате взрывных работ появился узкий канал, соединивший обе части водохранилища.

Информация о влиянии этого оползня на химический состав вод водохранилища представлена в данной работе.

Исследования проводили в левобережной и правобережной частях Бурейского водохранилища выше и ниже оползня в январе и июле 2019 г., а также ниже оползня в июле 2020 и сентябре 2021 гг. Пробы воды отбирали с поверхности. Аналитические работы осуществляли в ЦКП при ИВЭП ДВО РАН по принятым при гидрохимических исследованиях методам.

Воды Бурейского водохранилища по химическому составу относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу [1]. В январе 2019 г. содержание растворенных веществ в районе оползня распределялось относительно равномерно (табл. 2), лишь в правобережной части ниже оползня отмечалось некоторое повышение содержания иона магния, гидрокарбонатного иона, аммонийного азота, кремния и органических веществ [2]. Такие различия в содержании этих веществ могли быть обусловлены растворением некоторой части обломочного материала фильтрующимися через оползень водами. Нельзя исключать и влияния смытых в правобережную часть водоема почв и растительности из бассейна р. Средний Сандар.

Повышенная концентрация сульфатного иона в это время, по сравнению с предыдущими годами, может свидетельствовать об усилении хозяйственной деятельности в бассейне р. Бурей. Если в 2007 г. шахтно-рудничные воды не сбрасывались в р. Чегдомын из-за закрытия угольного разреза «Ургальский», то в 2018 г. поступило 315,6 т сульфатов [3].

Отсутствовали большие различия в содержании основных ионов в воде водохранилища в районе оползня и в июле 2019 г. после появления прорана в левобережной его части, соединившего верхнюю и нижнюю части водохранилища.

Максимальный за все годы наблюдений приток воды в водоем (табл. 1) обусловил в это время более низкое, чем в январе 2019 г. [2], значение минерализации, которая изменялась в узких пределах (табл. 2). Содержание основных ионов распределялось относительно равномерно, за исключением правобережной части, где проявлялось влияние р. Средний Сандар.

В солевом составе воды в 2019 г., также как и ранее, отмечалось преобладание  $\text{HCO}_3^-$  среди анионов (до 40 %-экв.) и  $\text{Ca}^{2+}$  (до 26,4 %-экв.) среди катионов. Меньше содержалось  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  — до 13,1 и 7,9 %-экв. соответственно. Таким образом, различия концентраций основных ионов в воде в районе оползня в 2004 и 2019 гг. были незначительными, большого влияния оползень на солевой состав не оказал [4].

Таблица 1

Параметры Бурейского водохранилища в 2008–2021 гг., км<sup>3</sup>

Показатель	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Приток	20	34,1	29,5	20,4	32,8	38,2	21,9	24,6	37,1	28,3	27,3	41,9	32,4	41,3
Объем	17,5	20,9	20,3	19,4	20,9	20,9	19,3	20,9	20,5	20,6	20,5	20,6	21	20,3
Сток (XII–III)	4,6	6,1	8,2	7,5	7,3	5,8	7,9	6,3	8,4	7,8	8,5	8,5	8,4	8,7
Сток (IV–XI)	11,8	28,1	22,9	13,3	22,9	30,3	15,8	16	30,2	16,6	18,8	34	21,4	30,4

Наблюдения в июле 2020 и сентябре 2021 г. в районе оползня не выявили больших различий в солевом составе вод Бурейского водохранилища в правобережной части ниже оползня. Концентрация аммонийной формы находилась в пределах 0,01–0,03 мг N/л, нитратной — 0,04–0,07 мг N/л.

Таким образом, влияние оползня на химический состав воды проявилось лишь в январе 2019 г. правобережной части ниже оползня, куда поступили смытые волной почвы и растительность.

Таблица 2

**Химический состав воды в левобережной (ЛБ) и правобережной (ПБ) частях Бурейского водохранилища выше и ниже оползня в 2019 г.**

Показатель	17 января				20 июля			
	выше оползня		ниже оползня		выше оползня		ниже оползня	
	ЛБ	ПБ	ЛБ	ПБ	ЛБ	ПБ	ЛБ	ПБ
рН	6,3	6,3	6,7	6,4	6,6	6,7	6,6	6,5
Цветность, градус	54	54	54	58	90	90	90	101
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	6,4	6,4	6,4	6,4	3,3	3,3	3,3	3,7
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,2	1,2	1,2	1,5	1,0	1,3	1,0	1,0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	29	28	28	32	12	14	13	19
Cl, мг/дм <sup>3</sup>	1,1	1,4	1,3	1,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	4,1	5,4	5,6	5,2	1,5	1,8	2,2	1,7
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	0,09	0,10	0,08	0,23	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	0,21	0,20	0,22	0,20	0,07	0,06	0,07	0,07
Feобщ., мг/дм <sup>3</sup>	0,11	0,09	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,06
Si, мг/дм <sup>3</sup>	5,6	5,5	5,6	5,9	2,4	2,4	2,4	2,4
Перманганатная окисляемость, мг O/дм <sup>3</sup>	13,1	11,5	12,2	14,6	17,6	17,0	17,0	18,2
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	43,8	44,4	44,5	48,4	19,2	22,1	21,0	26,9

Поэтому говорить о загрязнении вод Бурейского водохранилища органическими веществами [5] в июле 2019 г., после поступления в мае-июне 15,1 км<sup>3</sup>, не приходится.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мордовин А.М., Шестеркин В.П., Антонов А.Л. Река Бурей: гидрология, гидрохимия и ихтиофауна. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 2006. 149 с.
2. Шестеркин В.П. Гидрохимия Бурейского водохранилища в районе оползня в январе 2019 года // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Качество воды и геоэкология. Т. 2. Пермь: ПГНИУ. 2019. С. 215–218.
3. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2018 году. Хабаровск: МПР Хабаровского края. 2019. 248 с.
4. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Солевой состав вод Бурейского водохранилища // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2021. № 5. С. 20–42.
5. Махинов А.Н., Махинова А.Ф., Левшина С.И. Оценка смыва водно-ледяным цунами почвенного покрова и качество воды в районе оползня на Бурейском водохранилище // Метеорология и гидрология. 2020. № 11. С. 64–73.

# ПРОБЛЕМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ РОССЫПНОЙ ЗОЛОДОБЫЧИ НА РЕЧНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

CHALLENGES ARISING FROM THE IMPACT OF ALLUVIAL GOLD  
MINING ON RIVER ECOSYSTEMS AND POTENTIAL MITIGATION STRATEGIES

## Влияние добычи россыпного золота на формирование техногенных и природно-техногенных паводков в Забайкальском крае

А. В. Шаликовский

*ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного  
использования и охраны водных ресурсов», Восточный филиал, Чита, Россия,  
vostokniivh@mail.ru*

**Аннотация.** Выполнен анализ наводнений последних лет в Забайкальском крае. Показано, что к причинам роста опасности наводнений на малых реках, используемых для добычи россыпного золота, относятся аварии гидротехнических сооружений, отсечение пойм и спрямление русел.

## Effect of alluvial gold mining on the formation of technogenic and natural-technogenic floods in the Zabaykalsky krai

A. V. Shalikovsky

*Russian Research Institute for Integrated Water  
Management and Protection, Eastern branch, Chita, Russia, vostokniivh@mail.ru*

**Abstract.** The analysis of floods of recent years in the Zabaykalsky Krai is carried out. It is shown that the reasons for the increased risk of floods in small rivers used for the extraction of alluvial gold include accidents in hydraulic structures, cutting off floodplains and straightening of channels.

Одной из распространенных причин формирования техногенных паводков являются аварии гидротехнических сооружений (ГТС), входящих в состав объектов добычи россыпного золота. Наиболее известным случаем является разрушение каскада отстойников на р. Сейба в Красноярском крае 19 октября 2019 г., в результате которого возникла волна прорыва высотой 4–5 м и погибло 20 человек.

За последние годы разрушения дамб отстойников с формированием техногенных паводков неоднократно наблюдались и в Забайкальском крае. Сведения о некоторых из них можно найти в средствах массовой информации.

Так, в 2016 г. на р. Малый Амазар в результате аварийного сброса воды из одного из отстойников произошло разрушение нижележащих сооружений, что привело к затоплению части территории г. Могоча [1].

В июле 2018 г. в результате серии циклонов на большей территории Забайкальского края в период прошли сильные дожди, которые привели к подъему уровня рек и к наводнениям в ряде населенных пунктов (в том числе в г. Чита). Затоплению подвергалось от 776 до 846 жилых домов (по разным данным), 28 придомовых территорий многоэтажных домов, 2 749 дачных и 2030 приусадебных участков. Число пострадавших составило 12 236 человек [2]. Свой вклад в этот ущерб внес техногенный паводок в результате разрушения

ГТС золотодобычи на р. Кара, приведший к затоплению части территории пгт. Усть-Карск (20 жилых домов и дорога) [3].

В 2021 г. в Забайкальском крае наблюдались три серии наводнений, от которых пострадало 48 населенных пунктов в 17 муниципальных районах (2 664 жилых домов, 2 728 приусадебных участков, 127 объектов социальной инфраструктуры), было повреждено 26 участков автомобильных дорог протяженностью 555 км, разрушено 45 и повреждено 26 мостов, признаны пострадавшими 15 110 человек. В этот год средствами массовой информации в качестве причины наводнений вновь неоднократно упоминались разрушения дамб. Так, 19 июня в Балейском районе на р. Алия прорвало «ограждающую дамбу», в результате чего был разрушен мост на автомобильной дороге Нерчинск — Шоноктуй, а 8 сел оказались полностью отрезанными. В результате прорыва другой дамбы в этот же день был снесен мост на автодороге Шелопугино — Балей в с. Колобово Балейского района [4]. Анализ космоснимков свидетельствует, что в том и другом случае наблюдались разрушения отстойников объектов россыпной золотодобычи. Паводок техногенного генезиса также наблюдался 14 июля в с. Урульга, где также произошел прорыв дамбы отстойника, факт которого был признан старателями [5]. В публикации «РИА Новости» отмечается, что «летом вода разрушила более 60 таких конструкций, сообщали в краевой администрации» [6].

В июне 2022 г. от затопления пострадали пять населенных пунктов в трех районах Забайкальского края и было разрушено четыре моста. В июле от наводнений пострадали 15 населенных пунктов (в том числе — г. Чита) и 21 дачное некоммерческое товарищество, 986 жилых домов с числом проживающих 4 345 человек, 761 дачный дом (в которых круглогодично проживает 936 человек), 2 131 приусадебный участок, 60 км автомобильных дорог и было разрушено три моста. По вине старателей, осуществлявших незаконную добычу золота, неоднократно наблюдалось разрушение дорожного полотна автомобильной дороги Нерчинск — Шоноктуй [7]. Жители г. Могоча поднимали вопрос о возможных прорывах дамб старательских артелей, о чем свидетельствовал специфичный мелкодисперсный состав паводковых вод, аналогичный наблюдавшемуся в 2016 г. [1].

Фактическое количество аварий на объектах добычи россыпного золота, вероятно, значительно выше. Об этом свидетельствуют следующие косвенные данные:

- а) Предварительный анализ показывает, что доля поврежденных участков автомобильных дорог возрастает на участках пересечения трасс водотоками, используемых для добычи россыпного золота.
- б) Имеется возможность использования схем «компенсация за молчание» пострадавшего населения удаленных малых населенных пунктов, «зависящих» от старателей.
- в) Существенная часть объектов добычи россыпного золота расположена наводотоках, на которых отсутствует инфраструктура (населенные пункты, дороги, коммуникации), в связи с чем аварии ГТС себя ничем не проявляют.

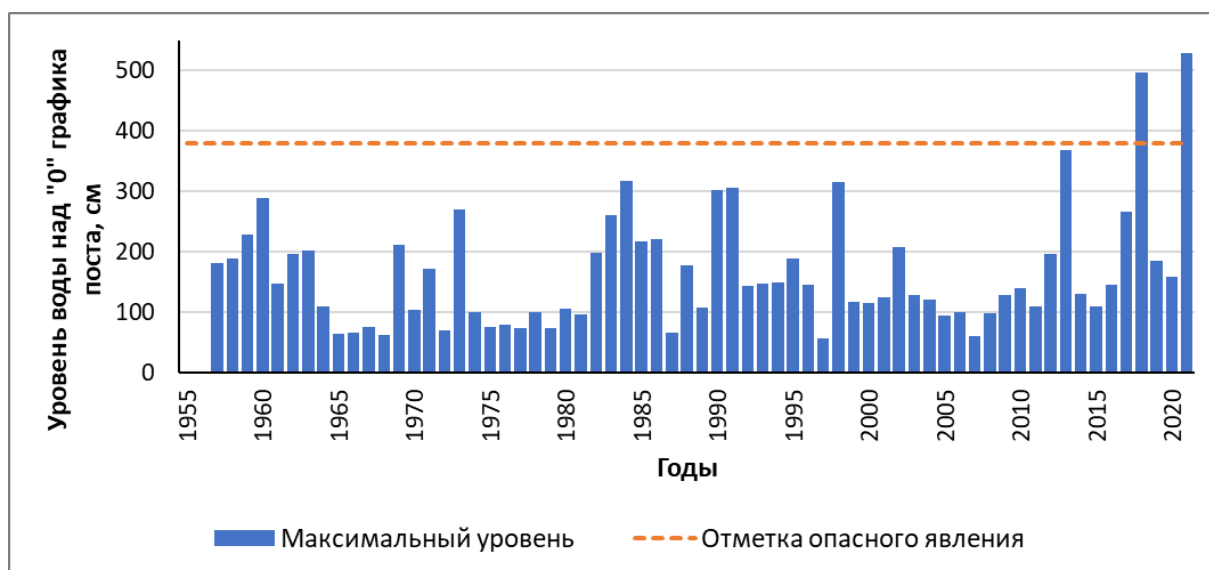
- г) Несмотря на то, что информация об авариях отсутствует, наиболее существенные затопления населенных пунктов происходят от рек, используемых для золотодобычи. При этом некоторые из этих рек никогда ранее не упоминались в качестве источников наводнений — Кия, Черный Урюм и др.

Неизбежность аварий на объектах добычи россыпного золота обусловлена тем, что при их проектировании часто неправомерно обосновывается временность самих объектов золотодобычи, а, следовательно, и их ГТС. В то же время в соответствии с действующими нормами к временным сооружениям относятся только ГТС, используемые в период строительства или ремонта постоянных сооружений. Это позволяет осуществлять проектирование отстойников, руслоотводных каналов и других ГТС на пропуск максимальных расходов обеспеченностью 7–10 %, то есть фактически закладывать возможность их аварий один раз в 10–15 лет. Кроме этого, не учитывается расположение отстойников каскадом, когда авария одного из них может вызвать эффект домино.

Например, массовая добыча золота на р. Кия и ее притоках началась в конце нулевых годов XXI в.; к настоящему времени там имеется около 80 отстойников или их отдельных секций. Именно на этой реке в 2013 г. наблюдался паводок, который превысил предыдущий «рекорд» на 51 см (обеспеченность около 1,2 %, повторяемость — 1 раз в 80 лет). Данный паводок не причинил вреда, так как не превысил отметку опасного явления (рис. 1).

В 2018 г. уровень паводка на Кие был выше еще на 128 см, что соответствует обеспеченности 0,13 % (повторяемость — 1 раз в 750 лет) для ненарушенных условий. Через несколько часов пик паводка пришел в г. Шилка, где река повредила 6 мостов (в том числе на Транссибирской магистрали), затопила около 135 домов и 560 приусадебных участков. В 2021 г. зона затопления в г. Шилка была еще больше — пострадало около 450 жилых домов и 900 приусадебных участков.

Такое сочетание формирования катастрофических паводков является крайне маловероятным, а с учетом параллельных гидрологических наблюдений на реках Забайкальского края, не подверженных воздействию золотодобычи, — практически невероятным. Тем не менее, техногенную причину формирования катастрофических паводков на р. Кия и на других реках невозможно доказать, так как отсутствует надзор за безопасностью ГТС объектов россыпной золотодобычи со стороны Ростехнадзора, а засыпка проранов в дамбах отстойников занимает несколько часов.



**Рисунок 1.** Максимальные годовые уровни воды р. Кия у с. Кокуй-Комогорцево (за 2021 г. — ориентировочно)

Фактическое количество отстойников на малых реках Забайкальского края составляет не менее 1 500. Однако они не состоят на учете в Регистре ГТС и для них не разрабатываются декларации безопасности в связи с их низким классом ответственности. В соответствии с законодательством, класс ответственности ГТС должен зависеть от численности населения, жизнедеятельность которого может быть нарушена при аварии. Например, для р. Кия, на которой авария дамбы одного из отстойников может привести к повреждению и других отстойников, должен применяться II-ой класс ответственности ГТС (численность населения, условия жизнедеятельности которого может быть нарушена при гидродинамической аварии, составляет от 2 000 до 20 000 человек). Следовательно, для объектов добычи россыпного золота должны использоваться различные нормы проектирования для ГТС от IV до II класса ответственности, и в отношении части из них должен осуществляться надзор за безопасностью.

Следует отметить, что проблема техногенных паводков обострена нерегламентированной деятельностью «черных копателей», влияние которых может носить катастрофические последствия. Например, после четырех разрушений дорожного полотна автомобильной дороги Нерчинск — Шонуктуй была пресечена деятельность одной такой группы, у которых были изъяты «10 бульдозеров, 3 экскаватора, 24 промышленных приборов, помпы в огромных количествах» [7].

Проблема влияния добычи россыпного золота на формирование паводков не ограничивается техногенными паводками. Даже при обеспечении надежности ГТС объектов золотодобычи проблема наводнений обостряется в результате антропогенного нарушения русла и поймы рек. Причинами роста расходов природно-техногенных паводков являются два аспекта.

Во-первых, русло реки отводится в руслоотводной канал. При этом сокращается длина русла и возрастает его уклон за счет исключения извилин. В совокупности со снижением сопротивления движению речного потока за счет отсутствия растительности и поворотов скорость течения значительно возрастает, а время добегающего речного потока сокращается.

Во-вторых, участки добычи и отстойники ограждаются дамбами, полностью отрезая пойму от затопления и, следовательно, исключая ее из регулирования паводкового стока. В результате гигантские объемы воды, которые были бы израсходованы на затопление пойм проходят «транзитом».

Совокупность этих факторов приводит к возрастанию максимальных расходов паводков за счет их прохождения за более короткий промежуток времени. Так, ориентировочный расчет прохождения паводка на р. Кия в 2018 г. показал, что если бы данный паводок сформировался в условиях отсутствия воздействия объектов золотодобычи, то его максимальный расход был бы примерно на 30 % меньше.

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Наводнение-2022»: «Огород затопило за 15 минут, так было, когда старатели сбрасывали воду» — жители Могочи // Сетевое издание ZAB.RU (электронный ресурс). URL: <https://zab.ru/news/152804> (дата обращения 23.07.2022).
2. Шаликовский А.В. Водный режим рек и опасные гидрологические явления на территории Забайкальского края / А.В. Шаликовский, К.А. Курганович, Д.А. Шаликовский [и др.]. Чита: ЗабГУ, 2022. 276 с.
3. В Забайкалье спасатели ликвидируют последствия прорыва дамбы // Сетевое издание РИА Новости (электронный ресурс). URL: <https://ria.ru/20180713/1524519828.html> (дата обращения 13.07.2018).

4. *Наводнение прорвало дамбу в Балейском районе из-за «чёрных копателей» золота // Информационное Агентство «Чита.Ру» (электронный ресурс). URL: <https://www.chita.ru/news/161465/> (дата обращения 19.06.2021).*
5. *Старатели восстановят дорогу в Урульге после прорыва дамбы и подъёма воды в реке 14 июля 2021 // Информационное Агентство «Чита.Ру» (электронный ресурс). URL: <https://www.chita.ru/news/162539/> (дата обращения 14.07.2021).*
6. *Ермаков Д. Залитый край. Что творится в Забайкалье после наводнений // информационное агентство «РИА Новости» (электронный ресурс). URL: <https://ria.ru/20210825/zabaykale-1746858891.html> (дата обращения 05.10.2022).*
7. *В Забайкалье «чёрные» копатели повредили русло реки и помогли наводнению размыть дорогу // Телеканал ZAB.TV («ЗабТВ») (электронный ресурс). URL: <https://zab.tv/news/68155> (дата обращения 23.07.2022).*

## Спутниковый мониторинг загрязнений рек взвешенными веществами при добыче россыпного золота в 2022 году

О. Н. Чупаченко<sup>1</sup>, А. А. Колотов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОО «Центр спутникового мониторинга и гражданского контроля», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>КРОЭО «ПЛОТИНА», Красноярск, Россия, [olga.chupachenko@gmail.com](mailto:olga.chupachenko@gmail.com)

**Аннотация.** Приведены сведения о спутниковом мониторинге загрязнений рек взвешенными веществами при добыче россыпного золота. Описаны выявленные случаи загрязнения рек в регионах Сибири и Дальнего Востока и последующие действия.

## Satellite monitoring of suspended solids pollution of rivers due to alluvial gold mining in 2022

O. N. Chupachenko<sup>1</sup>, A. A. Kolotov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center for Satellite Monitoring and Civil Control, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>NGO «PLOTINA», Krasnoyarsk, Russia, [olga.chupachenko@gmail.com](mailto:olga.chupachenko@gmail.com)

**Abstract.** The article provides information on satellite monitoring of pollution of rivers by suspended solids due to alluvial gold mining. It describes the revealed cases of river pollution in the regions of Siberia and the Far East and the follow-up actions.

В 2022 с 15 мая по 15 октября в восьмой раз проводился спутниковый мониторинг загрязнений рек взвешенными веществами. За эти годы география его расширилась до десяти регионов. Мониторинг проводился ОО «Центр спутникового мониторинга и гражданского контроля» совместно с российским отделением коалиции «Реки без границ» при поддержке других природоохранных организаций.

В минувшем сезоне ежедневные наблюдения охватили в Сибири четыре территории, входящие в более общую систему — Алтае-Саянский экорегион. Это южные районы Красноярского края, республики Тыва и Хакасия, Кемеровская область. Всего было обработано и изучено 220 снимков спутников Landsat 8 и Landsat 9.

Методами спутникового мониторинга здесь выявлено 95 фактов комплексного загрязнения рек (включая притоки). Из них в южных районах Красноярского края — 29, в Кемеровской области — 28, в республике Тыва — 21, в республике Хакасия — 17. Общая протяженность выявленных загрязнений составила 3 628 км.

По каждому выявленному факту загрязнения рек взвешенными веществами было подготовлено экспертное заключение, содержащее описание, графический материал, данные о возможных источниках загрязнений (золотодобывающих компаний), номера и даты космоснимков.

По каждому факту загрязнения оперативно готовились обращения. Эти обращения и экспертные заключения оперативно направлены в региональные органы государственного экологического контроля для организации проверок и принятия мер к нарушителям природоохранного законодательства.

Такая же работа проводилась в шести регионах Дальнего Востока: Забайкальский край, Хабаровский край, Приморский край, Камчатский край, Еврейская автономная область (ЕАО) и Амурская область. В течении сезона по Дальнему Востоку изучено 688 космических снимков.

Всего по Дальнему Востоку выявлено 342 факта комплексного загрязнения рек при добыче россыпного золота и 3 случая загрязнений рек предприятиями по добыче руд других металлов в Приморском крае. Больше всего загрязнений рек обнаружено в Амурской области — 179. В Забайкальском крае — 109, В Хабаровском крае — 29, в Приморском крае — 10, в ЕАО — 11, и в Камчатском крае — 7 случаев. Общая протяженность выявленных загрязнений по дальнему Востоку вместе с Камчатским краем составила 11 982 км.

Здесь также отправлялись обращения в органы Росприроднадзора, министерства экологии, природоохранную прокуратуру. В связи с ограничениями плановых проверок, вступивших в силу 10 марта 2022 года, выездов на места в этом году было меньше. Но, тем не менее, по многим обращениям проверки проводились, факты подтверждались, а компании-нарушители природоохранного законодательства привлекались к административной ответственности.

## **Загрязнение водной среды в процессе разработки золотодобывающей промышленности на примере восточного Саяна (рудник «Холбинский»)**

О. А. Иванова

*ГАПОУ ИО «Иркутский колледж экономики,  
сервиса и туризма», Иркутск, Россия, oksaliv@yandex.ru*

**Аннотация.** Описываются особенности воздействия горного производства на реки Урик-Китойской и Самарта-Холбинской зоны.

## **Water pollution in the process of gold mining by the example of the eastern Sayan (Holbinsky mine)**

O. A. Ivanova

*Irkutsk College of Economics, Service and Tourism, Irkutsk, Russia, oksaliv@yandex.ru*

**Abstract.** Peculiarities of the impact of mining production on the rivers of the Urik-Kitoy the Samarta-Kholbinsky zones are described.

Одной из главных составляющих минерально-сырьевой базы Российской Федерации является золотодобывающая промышленность. Золото — ценное полезное ископаемое, важный элемент финансовой системы, используемый в разных сферах технического применения.

Район местонахождения рудника представляет собой высокогорную гольцовую местность и географически входит в горную систему Восточных Саян. Основными орографическими единицами являются Китойские гольцы, в пределах которых находятся разведанные месторождения.

Урик-Китойская золоторудная зона протягивается в северо-западном направлении от верховьев рек Зун-Оспа и Саган-Сайра на востоке, на западе — до р. Китой. Ранее в состав Урик-Китойской золоторудной зоны включалось Зун-Оспинское золотосеребряное месторождение.

В гидрографическую сеть района входят реки Ока, Китой, Иркут, Урик, Онот, Зун-Холба, Барну-Холба с разветвленной системой горных притоков. Реки имеют обширные заболоченные долины, часто осложненные скалистыми прижимами. Режим рек зависит от атмосферных осадков и весеннего снеготаяния. Зимой реки на большей части промерзают. В районе рудника помимо рек распространение имеют озера и выходы грунтовых вод. Реки Самарта и Зун-Холбо (Хойто-Сала) являются объектами воздействия Холбинского рудодобывающего предприятия.

К основным водным артериям относится р. Самарта — левый приток р. Китой. Долина реки представлена увалисто-холмистым рельефом, которая сложена разнообразным сочетанием моренных, аллювиальных и аллювиально-пролювиальных отложений. Ширина долины реки в среднем составляет 1 400–1 500 м.

Река Самарта протекает по широкой долине, расположенной на южных склонах Оспинского хребта, и впадает в р. Китой. Ее длина составляет 23 км. Притоки р. Самарта в пределах района исследования: ручьи Золотой (10,4 км), Скалистый (6,3 км). Суммарная длина всех притоков равна 34,1 км.

Воздействие горного производства на водный бассейн проявляется в изменении водного режима, загрязнении и засорении вод. Влияние также оказывают отвалы и гидротехнические сооружения горных предприятий (гидротвалы, хвостохранилища, шлакохранилища и др.).

К водным объектам Самарта-Холбинской зоны относятся бассейны рек Барун-Холба, Зун-Холба (притоки реки Урик), Самарта, Улзыта (притоки реки Китой).

Природные воды этой зоны характеризуются превышением ПДК (примерно в два раза) тяжелых металлов, которое остается неизменным во все фазы водного режима. Это характерно как для поверхностных, так и для подземных вод.

Состояние водных ресурсов обуславливаются степенью воздействия на них производственных и жилищно-коммунальных комплексов: промплощадка Самарта, участок горных работ Зун-Холба. Воздействие выражается в потреблении воды на собственные нужды, водоотведении, утилизации жидких производственных и бытовых отходов.

Изъятие воды на нужды фабрики составляет не более 20 % от дебита источника. Для охлаждения оборудования используется оборотная вода чистого цикла. Охлаждение оборотной воды происходит на градирнях.

Работа обогатительной фабрики и цеха гидрометаллургии организована в режиме замкнутого водооборота из хвостохранилища хвостов флотации и хвостохранилища хвостов сорбции соответственно.

Для охраны водных ресурсов большое значение имеет очистка, утилизация и повторное использование стоков, так как на предприятии образуется значительный объем сточных вод. Они содержат большое количество взвешенных частиц, хлористых соединений и серной кислоты. Особую опасность несут цианиды, используемые на руднике.

Во избежание загрязнения природных вод дождевыми стоками с площадок (склады ГСМ, механический цех, гараж), дождевые воды собираются в специальные приемники-отстойники, откуда нефтепродукты отправляются на сжигание в котельную, а вода используется на поливку дорог (площадка Самарта) или вывозится на полигон складирования жидких бытовых отходов (площадка Зун-Холба).

Для сохранения благополучия территории проводятся природоохранные мероприятия по охране водных ресурсов.

Охрана водных ресурсов осуществляется на основании Водного кодекса РФ и других федеральных законов и нормативно-правовых актов РФ и ее субъектов.

Согласно Водному кодексу РФ, водные объекты могут предоставляться в пользование для разведки и добычи полезных ископаемых, при этом заключается договор с водопользователем и компетентным органом, также обязательно должны соблюдаться все санитарно-гигиенические требования. Заключение договора не требуется, если водный объект используется для проведения геологического изучения, а также картографических работ.

Для охраны водных объектов производится плата за пользование ими. Плата основывается на ряде принципов: стимулирование экономного использования водных ресурсов, а также охраны водных объектов дифференциация ставок платы за пользование водными объектами в зависимости от речного бассейна и др.

Комплексное использование водных объектов обосновывается на определении допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты.

Схемами комплексного использования и охраны водных объектов устанавливаются:

1. Целевые показатели качества воды в водных объектах на период действия этих схем.
2. Перечень водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов.
3. Водохозяйственные балансы, предназначенные для оценки количества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов в границах речных бассейнов и представляющие собой расчеты потребностей водопользователей в водных ресурсах по сравнению с доступными для использования водными ресурсами в границах речных бассейнов.

При использовании водных объектов запрещается сброс в водные объекты и захоронение в них отходов производства и потребления. Согласно законодательству РФ, определяются меры по предотвращению загрязнения вод вследствие аварий и иных чрезвычайных ситуаций и меры по их ликвидации.

## УПРАВЛЕНИЕ БАССЕЙНАМИ АЗИАТСКОЙ РОССИИ В ТРАНСГРАНИЧНОМ АСПЕКТЕ TRANSBOUNDARY BASIN MANAGEMENT IN ASIAN RUSSIA

### Социально-экономические последствия современной политики использования водных ресурсов бассейна реки Амур: выводы и предложения

В. В. Сайков<sup>1</sup>, В. В. Власова-Сайкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>МРОО «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического  
и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов  
«Рост Регионов», Хабаровск, Россия, saikovvv@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного университета  
гражданской авиации», Хабаровский филиал, Хабаровск, Россия, val-vlasova-sajkova@yandex.ru

**Аннотация.** Социально-экономические последствия современной политики использования водных ресурсов бассейна р. Амур возникли вследствие отсутствия комплексной целенаправленной национальной политики России по отношению к одной из уникальных водных систем мира. Авторы предложили ряд форм и подходов к восстановлению качества водных ресурсов и, соответственно, качества жизни дальневосточников. Очень тревожным для населения бассейна являются гидроэнергетические, рыбохозяйственные, сельскохозяйственные и демографические положительные программные решения, опирающиеся на национальную программу «Экология». Надеемся, что некоторые тезисы нашей статьи помогут решить эту задачу.

### Socio-economic consequences of the modern policy of the use of water resources in the Amur river basin: conclusions and suggestions

V. V. Saikov<sup>1</sup>, V. V. Vlasova-Saykova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Social-Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical  
Assistance to the Socio-Economic and Cultural Growth of the Regions «Growth of Regions»,  
Khabarovsk, Russia, saikovvv@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Saint Petersburg State University of Civil Aviation,  
Khabarovsk branch, Khabarovsk, Russia, val-vlasova-sajkova@yandex.ru*

**Abstract.** The socio-economic consequences of the modern policy of using the water resources of the Amur River Basin arose due to the lack of a comprehensive, purposeful national policy of Russia in relation to one of the unique water systems of the world. The authors proposed a number of forms and approaches to restoring the quality of water resources and, accordingly, the

quality of life for the Far East. Very alarming for the population of the basin are hydropower, fisheries, agricultural and demographic positive program decisions based on the national program «Ecology». We hope that some of the theses of our article will help to solve this problem.

Важнейшим возможным непоправимым последствием современной политики использования водных ресурсов бассейна р. Амур являются постоянная информация российских и китайских средств массовой информации об обсуждении проектов строительства гидроэлектростанций, которые якобы должны снизить паводковые процессы, хотя имеются противоположные научные предложения. Однако, мы знаем, что **основным, ограничением гидростроительства является необходимость сохранения естественного состояния долины Амура** [1]. Уникальные особенности этой реки и ее долины (основа экологического каркаса, залог сохранения рыбохозяйственного потенциала, высочайшая амплитуда колебаний уровня и объема стока, высокая самоочищающая способность в условиях растущего трансграничного загрязнения, важнейший стратегический рубеж) определяют принципиальную невозможность рационального комплексного использования ресурсов региона в случае создания плотин на ее основном русле и на ряде притоков. Например, из-за наличия на реке Бурея плотин ГЭС в ее устье даже в самые водные периоды глубина не превышает 1,5 м. Проводимые энергетиками попуски смывают на своем пути все, так как для местного населения и природных экосистем бассейна реки возникает губительный резкий подъем воды. Это факт, достаточный для запрета гидростроительства даже без обсуждения иных, в том числе таких как вред водохранилищ для миграции животных и жизнедеятельности населения.

Согласованный с КНР энергетический вариант СКИОВР 1994 г. не решал, а лишь обострял проблемы: **борьбы с катастрофическими наводнениями, обеспечения качества воды, восстановления рыбных запасов, сохранения продуктивности пойменных экосистем и поддержания биоразнообразия региона**. Научные, общественные и некоторые государственные организации обоснованно выступили против любых проектов перегораживания плотинами одной из последних свободно текущих рек мира. Так, 14 апреля 2006 г., на заседании Научно-технического Совета при Амурском бассейновом водном управлении (АБВУ) было принято решение о необходимости «исключения из рассмотрения СКИОВР амурского бассейна вопроса размещения ГЭС в основном русле Амура».

**Хозяйственные и социальные аспекты ущербов хозяйственной и социальной деятельности** на р. Амур многообразны: ежегодные паводки; отсутствие лесов в водосборной и водоохраных зонах; малочисленность речного флота; крайне малое количество собственной сельхозпродукции, в т.ч. органической; происходит невосполнимый урон рыбному хозяйству, который за последние 5 лет подорвал промысловые запасы лососей на 15 тыс. тонн и которые должны быть срочно компенсированы мероприятиями по искусственному воспроизводству. Утратилась возможность вести привычный традиционный образ жизни представителями коренных малочисленных народов Приамурья. Резкое падение рыбопродуктивности по всему течению Амура подорвало экономическую основу их благополучного существования.

**Эти факторы увеличивают отток жителей из Приамурья**. После временного всплеска активности край может окончательно обезлюдеть. Проблемные экологические аспекты в бассейне Амура определяют необходимость существования здесь системы важнейших экологических коридоров для обмена генофондом и сохранения биоразнообразия. Однако факты говорят о **необратимой потере биоразнообразия**, существенном обеднении аборигенного животного населения и растительности всего региона. На побережьях морей значительно снизилась численность большинства видов млекопитающих, птиц и других животных из-за ухудшения кормовых и защитных условий, климатического воздействия и

изоляции популяционных группировок (в первую очередь это касается копытных (косуля, лось) и водоплавающих птиц).

На Амуре пути к нерестилищам и нагульным полям популяций осетровых, лососевых и миноги перекрыты сетями. При этом паводки существенно понизили успешность размножение рыб.

**Говоря об экологических аспектах водных ресурсов Амура**, невозможно обойти проблему качества воды. Сейчас Амур представляет евтрофный (с повышенной биологической продуктивностью) водоем с загрязненной, местами сильно загрязненной водой (по принятой в России классификации). Достаточно высокой продуктивности водных экосистем Амура сопутствует неустойчивость к биогенным загрязнениям, в виде органики коммунальных отходов и хозяйственных стоков, которые ведут к массовому размножению сине-зеленых водорослей (цветение воды), нарушению кислородного баланса, катастрофическим заморам рыбы и резкому ухудшению качества воды.

Чиновники различного уровня на практике, преследуя узковедомственные и местнические интересы, подпитывают надежды китайской стороны на нерациональное использование водных ресурсов Амура вплоть до перекрытия реки. Нужно нам вернуться на региональное сотрудничество с КНР, когда они с нами исследовали почти 130 показателей качества водных ресурсов Амура, а не всего четыре или ноль.

Мы понимаем, что Амур — основной водный стержень, на котором держится экологическая, хозяйственная и геополитическая стабильность дальневосточного региона. Сохранение биоразнообразия бассейна, естественного течения Амура необходимо для обеспечения экологической и государственной безопасности России.

Поэтому **необходимо срочно приступить к разработке уточненной государственной программы защиты и рационального пользования водных ресурсов бассейна р. Амур**. Нужно реализовать предлагаемый нами, в который раз, план работы рабочей группы программы, где основой должна стать информация (библиотека) сделанных выводов по результатам проведенных за последние 50 лет научных исследований для объективного анализа современного состояния бассейна. Кроме того, в составе рабочей группы должны быть те, кто может быть полезным в специальных вопросах.

Для решения вопроса по восстановлению рыбных запасов должны быть государственные поддержки рыбоводным проектам при жестком контроле промышленного рыболовства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Подольский С.А. *Экологическая и социально-экологическая опасность строительства ГЭС в основном русле р. Амур*. Институт водных проблем РАН, Москва, Россия. М. 2006 <https://rudocs.exdat.com/docs/index-55530.html>.

## Содержание и сток аммонийного азота в воде реки Амур во время очень сильных наводнений

В. П. Шестеркин, Н. М. Шестеркина

ФГБУН «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения  
Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт водных и  
экологических проблем», Хабаровск, Россия, [shesterkin@ivep.as.khb.ru](mailto:shesterkin@ivep.as.khb.ru)

**Аннотация.** Рассмотрено содержание и сток аммонийного азота в воде р. Амур у Хабаровска в период очень сильных наводнений в 2013, 2019–2021 гг. Показаны значительные вариации концентраций в зависимости от стока и содержания в воде основных формирующих наводнение притоков. Максимальное содержание (0,13 мг N/л) и сток (319 т/сут) отмечались на гребне паводка в 2013 году.

## Ammonium nitrogen concentration and runoff in the Amur river water near during the period of very severe floods

V. P. Shesterkin, N. M. Shesterkina

<sup>1</sup>*«Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian  
Academy of Sciences», separate division «Institute of Water and Ecology Problems»,  
Khabarovsk, Russia, [shesterkin@ivep.as.khb.ru](mailto:shesterkin@ivep.as.khb.ru)*

**Abstract.** The content and runoff of ammonium nitrogen in the water of the Amur River near Khabarovsk during very severe floods in 2013, 2019–2021 are considered. Significant variations in concentrations depending on the runoff and water content of the main flood-forming tributaries are shown. The maximum content (0,13 mg N/l) and runoff (319 t/day) of ammonium nitrogen was observed at the flood crest in 2013.

Река Амур — крупнейшая река Азии. Поэтому экономические преобразования в китайской части бассейна не могут не оказывать воздействие на сток иона аммония, который лимитирует качество воды рек и влияет на их биологическую продуктивность.

Спецификой природы бассейна Амура являются наводнения, охватывающие большие территории и имеющие частую повторяемость. Появлению наводнений способствуют восточноазиатские муссоны, вызывающие обильные осадки. Кроме циклонической деятельности их возникновению способствуют густая речная сеть, горный рельеф, наличие мерзлых пород на севере и суглинистых грунтов на юге и др.

Очень сильные наводнения, вызывающие подтопление поселений, у Хабаровска отмечаются при уровнях воды > 590 см [1]. Наибольший уровень воды (808 см) наблюдался в 2013 г. Ниже (607–642 см) уровни воды были в 2019–2021 гг. (рис. 1).

Целью настоящей работы является изучение содержания и стока аммонийного азота в воде р. Амур у Хабаровска в период очень сильных наводнений.

Исследования проводили в 2013, 2019–2021 гг. на р. Амур у г. Хабаровск ниже ж/д моста на 5–6 равномерно распределенных по ширине реки вертикалях. Пробы воды отбирали с поверхности 1–2 раза в месяц и анализировали в ЦКП при ИВЭП ДВО РАН. Содержание аммонийного азота определяли по ПНД Ф 14.2:4. 209-05 [2].

В 2013 г. наводнение формировалось в результате наложения паводков на реках Зeya, Бурея, Сунгари и Уссури при смещении вниз по течению основной волны амурского паводка. В начале августа преобладание вод верхнего Амура и р. Сунгари обусловило повышенное содержание иона аммония в амурской воде (до 0,08 мг N/л) [3].

В середине августа концентрация N аммония возросла до 0,09 мг N/л, максимум отмечался на середине реки и у правого берега. В конце августа при уровне воды 773 см его содержание продолжало возрастать, причем на середине Амура в большей степени (рис. 2).

Такая трансформация химического состава вод Амура могла быть обусловлена влиянием р. Сунгари. На пике паводка максимум содержания оставался у правого берега из-за влияния р. Уссури, у левого берега его содержание было ниже 0,08 мг N/л. Сток N аммония на пике наводнения составлял 319 т/сут [3]. На спаде паводка его содержание снизилась до предела обнаружения (< 0,04 мг N/л). Большая длительность паводка (115 дней) обусловила сток N аммония на уровне 16 500 т [3].

В 2019 г. наводнение формировалось в результате активных фронтальных разделов и выхода тайфуна Dapas в Приамурье, которые в июле вызвали сильные дожди. Высокой водности Амура способствовали и повышенные расходы воды р. Бурея (ниже ГЭС в среднем составляли 2 383 м<sup>3</sup>/с, максимум достигал 5 161 м<sup>3</sup>/с).

На подъеме паводка в августе содержание аммонийного азота по ширине Амура снизилось до < 0,04 мг N/л из-за потребления планктоном. Подобные концентрации этого вещества отмечались на спаде наводнения 2013 г. в сентябре [4], что могло свидетельствовать о влиянии р. Сунгари.

На гребне и спаде наводнения содержание иона аммония из-за промывного режима оставалось низким (< 0,04–0,06 мг N/л), по ширине реки распределялось относительно равномерно. Сравнение его стока на пике наводнений 2013 и 2019 гг. свидетельствует о более низком значении (123 т/сут) в 2019 году [5].

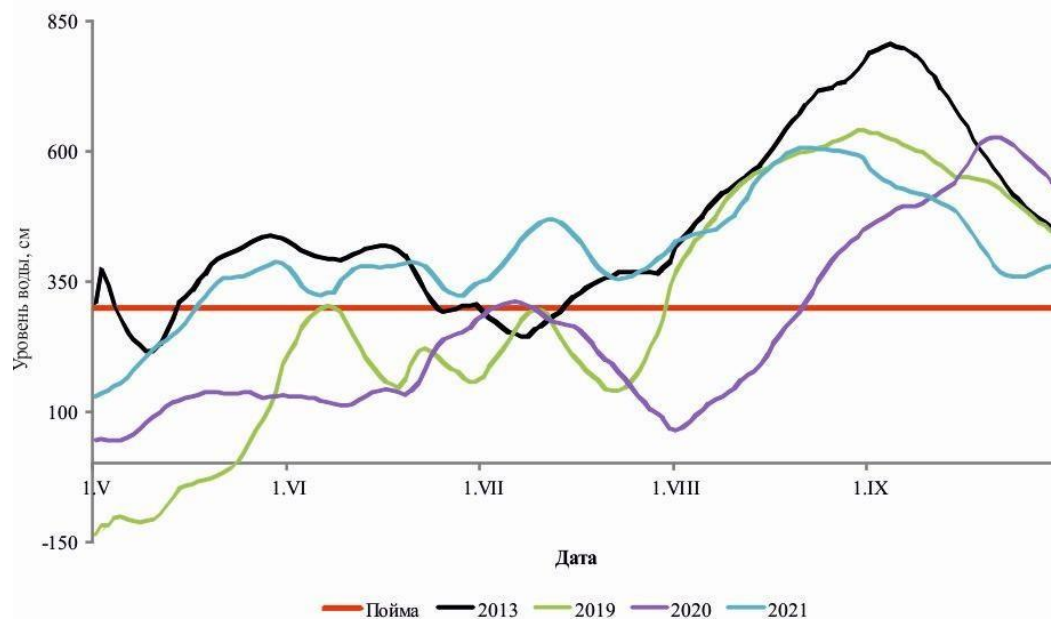
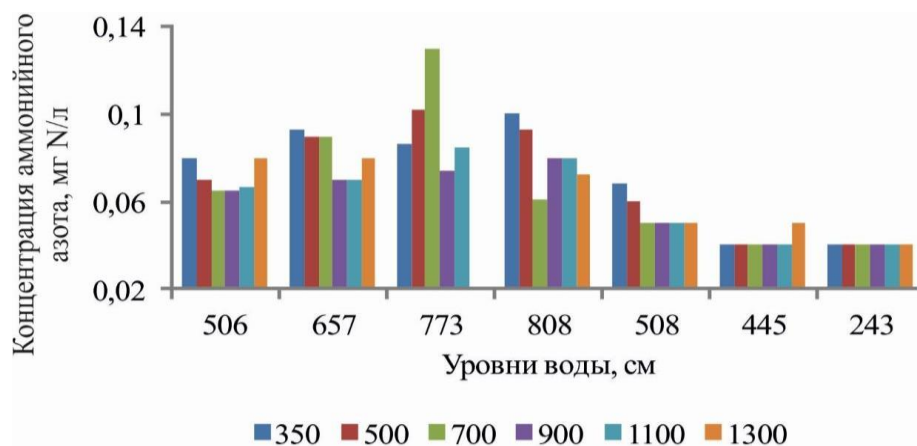


Рисунок 1. Уровни воды р. Амур у г. Хабаровск в мае — ноябре 2013, 2019–2021 гг.

Летом 2020 г. наводнение стало формироваться в результате активных фронтальных разделов, вызвавших в Приамурье паводки в августе (рис. 1). Большое влияние на сток Амура, как и в 2019 г., оказала р. Бурея (расходы в среднем составляли  $2\,455\text{ м}^3/\text{с}$ , максимум достигал  $5\,913\text{ м}^3/\text{с}$ ). В начале наводнения при уровне 450 см максимум содержания N аммония отмечался у правого берега, на остальных участках Амура значения были ниже предела обнаружения из-за влияния вод р. Бурея, в которых содержание иона аммония было ниже предела обнаружения [6] из-за паводков.

В сентябре бывший тайфун Bavi принес в южные и часть центральных районов Хабаровского края, а также на территорию ЕАО дожди, местами сильные. В дальнейшем Приамурье оказалось под влиянием тайфунов Maysak и Haishen, вызвавших затопление поймы Амура на глубину от 1,5 до 3,3 м. Расходы воды р. Зея и р. Бурея, в среднем составляющие  $722$  и  $1\,626\text{ м}^3/\text{с}$  соответственно, в отличие наводнений 2013 и 2019 гг. большого влияния на водность Амура не оказали. Поэтому на подъеме паводка при уровне 540 см по всей ширине Амура, кроме левобережной части, отмечалось небольшое повышение концентраций иона аммония. На спаде наводнения в конце сентября максимум содержания ( $0,07\text{ мг N/л}$ ) отмечался на середине реки.

В отсутствие больших различий в максимальных уровнях воды в 2019 и 2020 гг., можно предположить, что на пике паводка 2020 г. сток аммонийного азота составил  $142\text{ т N/сут}$ , т. е. был в 1,2 раза выше, чем в 2019 году.



**Рисунок 2.** Распределение концентрации аммонийного азота в воде р. Амур от правого берега до левого у г. Хабаровск при разных уровнях воды в 2013 г.

Снижение уровня Амура носило более длительный характер, чем в паводки 2013 и 2019 гг. из-за выхода западного циклона и влияния фронтальных разделов на территории Приамурья. Причем, содержание аммонийного азота на спаде наводнения 2020 г., так же, как и наводнений 2013 и 2019 гг. находилось ниже предела обнаружения.

В 2021 г., также как в 2019 и 2020 гг., формирование высокого паводка в бассейне реки Амур было вызвано обильными осадками летом по всему бассейну, особенно на территории Забайкальского края и Амурской области. В верхнем течении Амура в июле- сентябре выпало аномальное количество осадков: в Забайкалье —  $62\text{--}120\%$ , Амурской области —  $60\text{--}113\%$  годовой нормы. Сумма осадков в ЕАО и Хабаровском крае была ниже:  $34\text{--}43\%$  и  $25\text{--}70\%$  годовой нормы, соответственно [7].

Столь значительное количество осадков на западе бассейна и обусловило частое формирование высоких паводков на реках бассейна верхнего течения р. Амур в 2021 году, которые смещались вниз по течению без большой поддержки стока рек среднего Амура, что не позволило паводку принять катастрофический характер, как в 2013 году.

На подъеме первого паводка в середине июня при уровне воды 470 см влияние Сунгари и верхнего Амура обусловило максимальное за период открытого русла содержание аммонийного азота на середине Амура (до 0,08 мг N/л). В левобережной части реки его содержание из-за доминирования вод р. Бурей (расходы воды ниже ГЭС в среднем составили 2 501 м<sup>3</sup>/с, максимум достигал 6 162 м<sup>3</sup>/с) были ниже предела обнаружения. Подобное распределение содержания иона аммония отмечалось на подъеме наводнений в 2019 и 2020 гг., что свидетельствует о большом влиянии реки Сунгари в эту фазу водного режима.

В конце июля с подходом паводка с верхнего Амура и увеличением расходов воды Бурейской ГЭС (расходы в среднем составляли 4 520 м<sup>3</sup>/с, максимум достигал 6 786 м<sup>3</sup>/с) возобновился подъем воды. В условиях очень низких уровней воды на р. Уссури максимум содержания иона аммония (0,08 мг N/л) стал отмечаться в правобережной части Амура, в то время как у левого берега содержание продолжало оставаться ниже 0,04 мг N/л.

В августе активная циклоническая деятельность с обильными дождями в бассейне Амура обеспечила повышенную водность верхнего Амура, рек Сунгари и Бурей. Поэтому содержание аммонийного азота в августе на пике паводка по ширине Амура распределялось относительно равномерно, находилось в пределах < 0,04–0,06 мг N/л. В подобных пределах концентрация изменялись и на спаде паводка.

### Заключение

Содержание аммонийного азота в воде р. Амур у г. Хабаровск в период очень сильных наводнений изменяется в широких пределах из-за больших различий в химическом составе вод основных притоков и их вклада на всех этапах формирования наводнения.

Влияние р. Сунгари во время очень сильных наводнений проявляется в правобережной части и на середине Амура в максимальных концентрациях аммонийного азота на подъеме и спаде наводнений, когда с затопленных сельхозугодий поступает большое количество солей. Максимальное содержание (0,13 мг N/л) и сток аммонийного азота (319 т/сут) отмечался на гребне паводка в 2013 г. Значительно ниже эти значения были в 2019–2021 гг. вследствие активного выноса иона аммония паводковыми водами.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бойкова К.Г. Наводнения на реках Амурского бассейна // *Вопросы географии Дальнего Востока. Сб. пятый. Хабаровск: кн. изд-во. 1963. С. 192–259.*
2. ПНД Ф 14. 2:4. 209-05 МВИ массовой концентрации аммоний-ионов в пробах питьевых и природных вод фотометрическим методом в виде индофенолового синего.
3. Шестеркин В.П. Изменение химического состава вод Амура в период исторического наводнения в 2013 году // *Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 3. С. 287–296.*
4. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Влияние крупных наводнений в районе Хабаровска в 2018–2019 гг. на гидрохимическую структуру вод Амура // *Метеорология и гидрология. 2020. № 11. С. 92–99.*
5. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Сезонная и пространственная изменчивость содержания аммонийного азота в воде реки Амур у Хабаровска в 2018–2019 годах // *Тихоокеанская география. 2020. № 3. С. 56–62.*

6. *Шестеркин В.П. Многолетняя динамика содержания минеральных форм азота в воде Бурейского водохранилища // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Пермь, 2021. С. 397–402.*
7. *Обзор гидрометеорологических условий и их влияние на работу отраслей экономики ДФО в 3 квартале 2021 года: <http://dalgidromet.ru/index.php/deyatelnost/24-obzory-gidrometeorologicheskikh-uslovij-na-territorii-dfo/866-obzor-gidrometeorologicheskikh-ulovij-i-ikh-vliyanie-na-rabotu-otraslej-ekonomiki-dfo-v-3-kvartale-2021-goda> (дата обращения 07.02.2022).*

## Влияние паводков на содержание тяжелых металлов в крупных реках Восточной Азии: роль органического вещества в их миграции (на примере реки Амур)

А. Ф. Махинова<sup>1</sup>, А. Н. Махинов<sup>1</sup>, Лю Шугуан<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного  
отделения Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт водных и  
экологических проблем», Хабаровск, Россия, amakhinov@mail.ru

<sup>2</sup>Университет Тунцзи, факультет гидрологии  
и инженерии, Шанхай, Кунтай, 01008@tongji.edu.cn

**Аннотация.** Неоднородность концентраций химических элементов в русле реки Амур рассматривается как функция состояния их растворимых и взвешенных форм. Широкое распространение болот и урбанизированных территорий в долине Амура способствуют выносу загрязняющих веществ в реку. Исследована роль органического вещества на перераспределение элементов между их взвешенными и растворимыми формами в паводки. Описаны механизмы сорбции химических соединений на минеральных и органических коллоидах. Установлено, что минеральные коллоиды с отрицательным зарядом сорбируют электрически нейтральные соединения (например аммиакаты  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]^0$ ). Органические коллоиды обладают большой комплексообразующей способностью с ионами  $\text{Fe}^{(2)3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , они связывают металлы в органоминеральные комплексы или гетерополярные соли.

## Flood effects on the content of heavy metals in large rivers of East Asia: the role of organic matter in their migration (the amur river case)

A. F. Makhinova<sup>1</sup>, A. N. Makhinov<sup>1</sup>, Liu Shuguang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>«Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the  
Russian Academy of Sciences», separate division «Institute of Water and Ecology Problems»,  
Khabarovsk, Russia, amakhinov@mail.ru

<sup>2</sup>Tongji University, Department of Hydraulic Engineering, Shanghai, China, 01008@tongji.edu.cn

**Abstract.** The heterogeneity of the concentrations of chemical elements in the Amur River section is considered as a function of the state of their soluble and suspended forms. The wide distribution of swamps and urbanized areas in the Amur Valley contribute to the removal of pollutants into the riverbed. The role of organic matter in the redistribution of elements between their suspended and soluble forms during floods has been studied. The mechanisms of sorption of chemical compounds on mineral and organic colloids are described. It has been established that negatively charged mineral colloids adsorb electrically neutral compounds (e.g.  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]^0$  ammoniates). Organic colloids have a higher complexing ability with  $\text{Fe}^{(2)3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  bind metals into organomineral complexes or heteropolar salts.

## Введение

Наводнения являются экологической проблемой многих рек Земного шара. Они приводят к значительным разрушениям и к загрязнению поверхностных вод. Десятки крупных паводков ежегодно случаются на реках Восточной Азии, которые размывают берега, пойменные земли и определяют широкий спектр загрязняющих веществ в русле. До настоящего времени риски загрязнения и экологическая безопасность водных ресурсов региона остаются важной проблемой [1].

Исследования последних десятилетий указывают на то, что реки Восточной Азии вступили в период высокой водности, что повышает число стратегических рисков России и Китая. Паводки на р. Амур (2013, 2019–2021 гг.) и Янцзы (2012, 2018 гг.) имели катастрофический характер. Амурское наводнение в 2013 г. стало самым крупным за последние 120 лет [1]. Оно охватило огромные территории в пределах России и Китая. Негативные последствия, связанные с переносом терригенного материала и химическим загрязнением трансграничной реки, имеют межгосударственное значение. Особое место среди загрязняющих веществ занимают тяжелые металлы (ТМ), так как они не подвергаются химической и биологической деградации.

Современный уровень знаний и изученность механизмов химического взаимодействия в поверхностных водотоках весьма ограничены, что затрудняет интерпретацию имеющихся результатов. Цель работы — оценка влияния наводнений на загрязнение р. Амур и роли органического вещества в механизмах миграции тяжелых металлов.

## Объект и методы исследований

Исследования проводились в нижнем течении р. Амур на отрезке между гг. Хабаровск и Комсомольск-на-Амуре во время высоких паводков. Содержание тяжелых металлов изучались в растворенной и взвешенной формах. Пробы воды отбирали из приповерхностных горизонтов в створах выше городов (7–10 км) и ниже (5–7 км) равномерно по всей ширине русла.

Образцы воды и органического материала проанализированы в аналитическом центре коллективного пользования ИТИГ ДВО РАН. Пробоподготовка воды проводилась в ИВЭП ДВО РАН (к.г.н. С.И. Левшина). Пробы воды фильтровали под вакуумом с использованием ядерных фильтров с размером пор 0,45 мкм. Фильтраты переливали в контейнеры объемом 50 мл и подкисляли  $\text{HNO}_3$  до  $\text{pH} = 2$ . Растворенные формы металлов определяли методом масспектрофотометрии с индуктивно связанной плазмой.

## Результаты и обсуждение

Основной сток наносов и загрязняющих веществ с поверхности суши в Тихий океан осуществляется с территории бассейнов рек Амур, Янцзы и Меконг. Амур имеет близкие гидрологические характеристики с указанными реками и был использован для оценки роли наводнений в переносе химических веществ крупными реками.

Водный режим и сток наносов р. Амур характеризуется многолетней изменчивостью. Основную долю стока взвешенных частиц составляют илистые и органические фракции (0,001–0,05 мм). В фазу подъема паводка мутность воды в реке возрастает в 2,5–3,5 раза. Транспорт взвешенного материала в русле поддерживается высокими скоростями течения и турбулентностью потока.

В химическом стоке ТМ большое значение имеет органическое вещество. Органические коллоиды с молекулярной массой  $>5,0$  кДа обладают большой сорбирующей способностью по отношению к ионам металлов. Комплексообразующие ионы ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,

Mn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>) прочно удерживают внешнюю сферу за счет неподеленных электронных пар лигандов [2]. Состав комплексообразующих ионов определяет степень устойчивости органоминеральных соединений [3].

Растворимые фульвокислоты (молекулярной массой < 2,0 кДа) связывают соединения металлов путем химического взаимодействия в органоминеральные комплексы и/или гетерополярные соли. В совокупности степень связывания ионов металлов составляет 65–100 % от содержания их растворенных форм [4]. Растворимые органоминеральные комплексы нестойкие, они вступают в реакции ионного обмена с конкурирующими соединениями. Однако современные знания об устойчивости комплексов металлов с органическими коллоидами различной молекулярной массы весьма ограничены.

Высокие показатели концентраций химических элементов в русле Амура около г. Хабаровска в период наводнений связаны с органическим веществом взвеси и механизмами адсорбции элементов на поверхности частиц (рис. 1, табл. 1).



Рисунок 1. Наводнение-2021 г., Хабаровск

Таблица 1

**Содержание химических элементов в реке Амур в паводки**

Паводки 2013, 2019–2021 гг. (створ у Хабаровска)	Средние значения концентраций растворенных форм, мкг/дм <sup>3</sup>						
	Fe	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Pb
Паводки 2019–2021 гг., растворимая форма							
Левый берег 400 м	499,1	8,9	0,1	1,8	2,2	13,5	0,28
Середина реки	521,6	9,7	0,1	1,2	5,2	21,6	0,42
Правый берег 400 м	731,1	16	0,2	2,0	4,7	14,0	1,08
Паводки 2013, 2021 гг., взвешенная форма							
Левый берег 400 м	846,1	12,1	-	58,1	4,9	33,1	5,4
Правый берег 400 м	912,0	8,1	-	3,6	7,3	90,8	7,8
Реки мира [8]	410,0	10	1,0	2,5	7	20	12,0
ПДК рыбхоз [4]	100	50	5	10	30	0,16	10

Миграция химических элементов в природных водах осуществляется в виде комплексных соединений с органическим веществом различной химической природы и молекулярной массы [5]. Связывая ионы металлов в комплексные соединения, органическое вещество способствует их нахождению в растворенном состоянии, повышая тем самым их

миграционную подвижность. Максимальный вклад в образование растворимых органоминеральных комплексов вносят фульвокислоты [6]. Растворимые гумусовые кислоты и их комплексы с тяжелыми металлами имеют аномально высокую подвижность.

Подтопление болот и вынос большой массы органического материала в русло Амура во время паводков способствует: (а) растворению загрязняющих веществ, поступающих в результате смыва паводковой волной с урбанизированных территорий; (б) ионному обмену с образованием гидроксокомплексов  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+}$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  или аммиакатов  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  [7]. Загрязняющие вещества диссоциируют как электролиты на комплексные ионы и ионы внешней сферы (например,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = 3\text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ). Комплексные ионы  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  образуют двойные комплексные соли с фульвокислотами.

Органические коллоиды путем сорбции или химического взаимодействия с соединениями железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) образуют простые или сложные органоминеральные соединения [8]. Их распределение в поперечном сечении русла постоянно меняется вследствие перемешивания в турбулентном потоке. Во время паводков роль поступающих в реку болотных вод в миграции ТМ существенно возрастает. С этим явлением связаны максимально высокие концентрации Fe, Mn, Ni, Zn и Cd. Показатели содержания железистых органоминеральных соединений могут использоваться как маркер концентраций органических веществ в воде.

### Выводы

1. Природные закономерности распределения тяжелых металлов в поперечном сечении р. Амур связаны с поступлением промышленных и городских стоков, слабым перемешиванием воды в широком русле и заболоченностью бассейна реки. Высокие паводки способствуют смыву с болот, а их значительная продолжительность существенно увеличивает массоперенос загрязняющих веществ в русло реки.
2. Подтопление болот и смыв в русло большой массы органических веществ локально изменяет гидрохимический фон реки. Отношение металлов во взвешенной форме к растворенной ( $\Sigma\text{M}_{\text{ев}}/\Sigma\text{M}_{\text{ер}}$ ) возрастает почти в 3 раза. В период наводнений на локальных участках реки происходит крайне высокое загрязнение русла за счет промышленных стоков и смыва с сельскохозяйственных земель. Природным фактором активного загрязнения реки тяжелыми металлами является подтопление болот, занимающих обширную площадь в левобережной части бассейна Амура.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-55-80022/20.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Махинов А.Н., Ким В.И., Воронов Б.А. 2014. Наводнение в бассейне реки Амур 2013: причины и последствия // Вестник ДВО РАН. Вып. 2(174). С. 5–14.
2. Харитонов Г.В., Чижикова Н.П., Манучаров А.С., Коновалова Н.С. 2012. Взаимодействие солей с глинистыми минералами // Тихоокеанская геология. Том. 31, № 3. С. 81–92.
3. Tipping E. 2004. Cation binding by humic substances. Cambridge: Cambridge Univer. press, 434 p.

4. *Linnik P.N., Zhezherya V.A., Linnik R.P., Ivanechko Ya.S. 2012. Influence of the component composition of organic substances on the ratio of dissolved forms of metals in surface waters / J. Hydrobiological journal. V. 48, No. 5. P. 97–114.*
5. *Perminova I. 2000. The Analysis, classification and prediction of the properties of humic acids: Author's abstract. dis doct. chem. sciences. M., 50 p.*
6. *Linnik P.N., Vasilchuk T.A., Linnik R.P. 2004. Humic substances of natural waters and their importance for aquatic ecosystems (review) // Ibid. V. 40, 1. P. 81–107.*
7. *Махинов А.Н., Liu Shuguang, Махинова А.Ф., Chaomeng Dai. 2020. Влияние наводнений и урбанизации на содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки Амур // Экология и промышленность России, Т. 1. 24. № 12. С. 32–38.*
8. *Pokrovsky O.S., Shott J. 2002. Iron colloids/organic matter associated transport of major and trace elements in small boreal rivers and their estuaries (NW Russia). J. Chem. Geol. V. 190. № 1–4. P. 141–179.*

## Характеристика зообентоса реки Большая Пёра после наводнения 2021 года (Амурская область)

Н. М. Яворская

*ФГБУН «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного  
отделения Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт водных и  
экологических проблем», Хабаровск, Россия*

*ФГБУ «Заповедное Приамурье», Хабаровск, Россия, yavorskaya@ivep.as.khb.ru*

**Аннотация.** Приведены результаты исследования зообентоса нижнего течения р. Большая Пёра (район г. Свободный, Амурская область) после наводнения 2021 г. В составе донной фауны выявлено 63 таксона беспозвоночных. В бентосе зафиксировано 16 систематических групп гидробионтов, предпочитающих обитать в текучей воде. Установлено, что паводковый период 2021 г. положительно сказался на общей экологической обстановке в реке.

## Characteristics of the zoobenthos of the Bolshaya Pyora river after the flood of 2021 (amur region)

N. M. Yavorskaya

*«Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian  
Academy of Sciences», separate division «Institute of Water and Ecology Problems»,  
Khabarovsk, Russia, yavorskaya@ivep.as.khb.ru*

**Abstract.** The results of the study of the zoobenthos from the lower reaches of the Bolshaya Pyora River (vicinity of Svobodny City, Amur Region) after the 2021 flood are presented. As part of the benthic fauna, 63 taxa of invertebrates were identified. Sixteen systematic groups of the bottom hydrobionts were recorded which prefer to live in flowing water. It has been established that the flood period of 2021 had a positive impact on the overall environmental situation in the river.

В 2021 г., уровень воды р. Амур в районе г. Благовещенск поднялся до отметки 860 см и побил рекорд наводнения 1984 г. и катастрофического наводнения 2013 г. [1]. Отмечено [2], что половодья и паводки в разные годы обуславливают то большие, то меньшие сдвиги в биологической продуктивности пойменных биоценозов и приводят к широкой изменчивости их видовой структуры, жизненных циклов и ритмов. Для речных пойм особенно характерна постоянно идущая под влиянием разливов сложная перестройка биоценозов. Видовая структура населения пойменных ценозов различна по годам. Очень отличаются в разные годы и сезонные аспекты ценозов. Роль фоновых видов в пойменных ценозах постоянно меняется. Возникновение нового структурного аспекта биоценоза и частота его новых повторений зависят от особенностей разлива вод в данном году и его сочетания с характером половодий в предыдущие годы.

Цель работы — выявить особенности структуры, плотности и биомассы зообентоса, определить качество воды р. Бол. Пёра после наводнения 2021 г.

Ранее исследования донных беспозвоночных в этой реке выполнялись в период летней межени 2019 г. [3].

### Материал и методы исследований

Река Большая Пёра впадает с правого берега в протоку Пёрская (р. Зея) в двух км от устья. Длина реки 145 км. Площадь водосбора 4 400 км<sup>2</sup>. Река имеет 31 приток длиной менее 10 км, общая длина которых составляет 83 км. На водосборе имеется 218 озёр, общей площадью 3,3 км<sup>2</sup>. Наибольшая густота речной сети составляет 0,24 км/км<sup>2</sup>, заболоченность водосбора — 14 %. Вода маломинерализованная (до 1 000 мг/л), с преобладанием НСО<sub>3</sub>' в составе анионов. По условиям водного режима река относится к дальневосточному типу с хорошо выраженным преобладанием дождевого стока. Муссонный характер климата определяет основные черты ее режима. Паводки наблюдаются преимущественно в июле и августе [4; 5].

Изучение структуры сообществ донных беспозвоночных р. Бол. Пёра выполнялось 14 сентября 2021 г. после наводнения 2021 г. Грунт дна в основном представлен крупным песком с небольшой примесью детрита и затопленной растительностью. Температура воды в период отбора проб составила 13°C. Всего взято 16 количественных проб зообентоса в районе устья р. Юхта (Юхтинка) (1 участок) и рядом с площадкой отдыха около р. Бол. Пёра (2 участок). Количественные пробы бентоса с глубины от 0,05 до 0,5 м отбирали складным бентометром (площадь захвата 0,063 м<sup>2</sup>); с глубины от 0,5 до 1,5 м — с помощью ручной дражки конструкции д.б.н. Е.И. Шорникова и фиксировали 4 %-м раствором формалина.

Камеральную обработку материала проводили по общепринятой методике [6–16].

Для определения структуры донных сообществ использовалась классификация А.М. Чельцова-Бебутова в модификации В.Я. Леванидова [17], по которой доминанты от общей плотности или биомассы составляли 15 % и более. Качество вод оценивали по биотическому индексу Вудивисса и индексу Гуднайта и Уитли [18].

### Результаты исследований

*Таксономический состав зообентоса.* В р. Бол. Пёра обнаружены 63 таксона пресноводных беспозвоночных, принадлежащих к 5 типам. В фауне донных беспозвоночных преобладают широко распространенные в Палеарктике виды, а также виды, распространенные в Голарктике. Фаунистический список *Ephemeroptera* составляет 6 видов из 6 родов и 6 семейств; *Plecoptera* — 4 вида из 3 родов и 2 семейств; *Trichoptera* — 6 видов из 5 родов и 4 семейств; *Chironomidae* — 22 таксона из 16 родов и 3 подсемейств. К многочисленным видам относятся *Arctopsyche amurensis* и *Ephemera orientalis*. Редко встречались и в малом количестве *Asellus sp.* и *Piscicola geometra*.

*Структура сообществ зообентоса.* На 1-м участке р. Бол. Пёра в бентосе выявлены 15 систематических групп организмов (табл. 1). По плотности доминировали *Chironomidae* (61,8 %), по биомассе — *Odonata* (15,5 %) и *Trichoptera* (44,8 %). Субдоминантов представляли *Ephemeroptera* и к ним присоединились *Oligochaeta* и *Trichoptera* по плотности и *Plecoptera* по биомассе. Второстепенных представляли *Diptera indet.* и *Simuliidae*, и к ним вошли *Nematoda* и *Plecoptera* по плотности и *Chironomidae*, *Oligochaeta* и *Hirudinea* по биомассе. На данном участке на дне русла преобладала затопленная растительность и корни растений, на которых создаются благоприятные условия для развития донных

беспозвоночных, чем и объясняется их богатое видовое разнообразие. Здесь не обнаружены только *Coleoptera*.

На 2-м участке в зообентосе найдены представители 11 систематических групп беспозвоночных. К доминантам по плотности и биомассе относились *Chironomidae* (64,9 и 32,2 %) и *Oligochaeta* (29,0 % и 15,5 %) и к ним присоединились *Mollusca* (44,1 %) по биомассе. Субдоминанты отсутствовали. Разряд второстепенных по обоим количественным показателям представляли *Ceratopogonidae* и к ним примкнули *Nematoda* по плотности и *Diptera indet.* и *Ephemeroptera* по биомассе. На этом участке на дне русла преобладал заиленный крупный песок, в котором в первую очередь предпочитают обитать личинки *Chironomidae* и *Oligochaeta*, достигающие на таких биотопах большой плотности и биомассы. Здесь не отмечены *Turbellaria*, *Hirudinea*, *Asellidae*, *Odonata* и *Plecoptera*.

Таким образом, в зообентосе р. Бол. Пёра выявлено всего 16 таксономических групп организмов. Значения плотности донных беспозвоночных варьировали от 2 до 9 152 экз./м<sup>2</sup>, биомассы — от < 0,1 до 1,6 г/м<sup>2</sup>. В категорию доминантов по плотности и биомассе входили *Chironomidae* (64,3 и 21,2 %) и к ним присоединились *Oligochaeta* (25,7 %) по плотности, а также *Mollusca* (27,3 %) и *Trichoptera* (17,9 %) по биомассе. Субдоминантов по плотности не было, по биомассе к ним относились *Ephemeroptera*, *Odonata* и *Oligochaeta*. Второстепенных по обоим количественным показателям представляли *Ceratopogonidae* и к ним вошли *Ephemeroptera*, *Nematoda* и *Trichoptera* по плотности и *Diptera indet.*, *Hirudinea* и *Plecoptera* по биомассе.

*Качество воды.* 14 сентября 2021 г. часть поймы р. Бол. Пёра освободилась от воды, и вдоль уреза воды можно было наблюдать последствия паводка, вызванные не только природными факторами, но и антропогенными, например, принесенный различный пластиковый мусор. По значениям биотического индекса Вудивисса (8 и 9 баллов) и индекса Гуднайта и Уитли (11 % и 31 %) р. Бол. Пёра находится в хорошем состоянии, воды чистые (1–2 классы качества).

Таблица 1

Распределение средней плотности и биомассы зообентоса р. Бол. Пёра

Группа зообентоса	1 участок		2 участок	
	плотность, экз./м <sup>2</sup>	биомасса, г/м <sup>2</sup>	плотность, экз./м <sup>2</sup>	биомасса, г/м <sup>2</sup>
<i>Turbellaria</i>	2	< 0,1	—	—
<i>Nematoda</i>	35	< 0,1	76	< 0,1
<i>Oligochaeta</i>	276	0,1	1 687	0,3
<i>Hirudinea</i>	2	0,1	—	—
<i>Hydrachnidae</i>	11	< 0,1	14	< 0,1
<i>Asellidae</i>	2	< 0,1	—	—
<i>Odonata</i>	18	0,4	—	—
<i>Ephemeroptera</i>	192	0,3	74	0,1
<i>Plecoptera</i>	98	0,2	—	—
<i>Coleoptera</i>	—	—	7	< 0,1
<i>Trichoptera</i>	186	1,0	5	< 0,1
<i>Ceratopogonida</i>	18	< 0,1	345	0,1
<i>Chironomidae</i>	397	< 0,1	1 261	0,2
<i>Simuliidae</i>	93	< 0,1	3	< 0,1
<i>Diptera indet.</i>	44	0,1	18	< 0,1
<i>Mollusca</i>	8	< 0,1	37	0,8
В среднем	143	0,1	555	0,2

Таким образом, наши исследования зообентоса в р. Бол. Пёра в 2021 г. выявили более высокое таксономическое богатство беспозвоночных (16 групп) по сравнению с 2019 г. (12 групп), что связано с отрождением их молоди, отчасти типом грунта в месте отбора проб, а также прошедшим накануне обследований наводнением. В 2019 г. на 1-м и 2-м участках не

были зафиксированы *Hydrachnidae*, *Mollusca*, *Trichoptera*, а на 2-м участке — *Diptera indet.* и *Collembola*. Как отмечалось В.В. Богатовым [19], важную роль в функционировании речных экосистем играют периодические экстремальные природные явления, наиболее распространенные из которых — паводки, обсыхание русла в периоды засухи или его промерзание зимой. Установлено, что паводковый период 2013 г. на р. Амур положительно сказался на общей экологической обстановке в реке [20].

Таксономический состав зообентоса летом 2019 г. (81 таксон) оказался богаче, чем осенью 2021 г. (63 таксона), что объясняется окончанием лета многих видов амфибиотических насекомых и отчасти, меньшим количеством обследованных участков. Общие количественные показатели в сентябре 2021 г. оказались выше, чем в июле 2019 г., соответственно, 14 224 экз./м<sup>2</sup> и 6,0 г/м<sup>2</sup> и 4 590 экз./м<sup>2</sup> и 4,5 г/м<sup>2</sup>. Однако в целом, биоиндикационная оценка показала, что и в 2019 г., и в 2021 г. р. Бол. Пёра находилась в хорошем состоянии, а паводковый период положительно сказался на общей экологической обстановке в реке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <https://tass.ru/proisshestviya/>.
2. Максимов А.А. Структура и динамика биоценозов речных долин. Новосибирск: Изд-во «Наука», СО, 1974. 260 с.
3. Яворская Н.М. Таксономический состав и количественные показатели зообентоса нижнего течения реки Большая Пёра (бассейн р. Зея, Амурская область) // Амурский зоологический журнал. 2020. № 2. Т. 12. С. 84–97.
4. Муранов А.П. (ред.). (1966) Ресурсы поверхностных вод. Т. 18: Дальний Восток. Вып. 1: Верхний и Средний Амур (от истоков до с. Помпеевка). Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 781 с.
5. Шабалин С.Д. (ред.). (1966) Ресурсы поверхностных вод. Гидрологическая изученность. Т. 18: Дальний Восток. Вып. 1: Амур. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 485 с.
6. Богатов В.В., Федоровский А.С. Основы речной гидрологии и гидробиологии. Владивосток: Дальнаука, 2017. 384 с.
7. Лелей А.С. (ред.). (2006) Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. 6: Двукрылые и блохи. Ч. 4. Владивосток: Дальнаука, 936 с.
8. Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А. Дополнения и уточнения к фауне хирономид подсемейства *Orthocladinae* (Diptera, Chironomidae) Российского Дальнего Востока // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2008. Вып. 4. С. 172–186.
9. Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А. Новые данные по фауне и таксономии хирономид рода *Corynoneura* Winnertz (Diptera, Chironomidae, Orthocladinae) Российского Дальнего Востока и сопредельных территорий // Евразийский энтомологический журнал. 2010. Т. 9. Вып. 3. С. 353–370 + П.
10. Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А. Два новых вида хирономид рода *Cricotopus* (s.str.) группы *tremulus* (Diptera: Chironomidae: Orthocladinae) с Российского Дальнего Востока // Евразийский энтомологический журнал. Т. 15. Прил. 1. 2016. С. 94–102.

11. Чернова О.А. Поденки (*Ephemeroptera*) бассейна реки Амура и прилегающих вод и их роль в питании амурских рыб // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: Издание Московского общества испытателей природы. 1952. Т. 3. С. 229–360.
12. Цалолыхин С.Я. (ред.). (1994) Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1: Низшие беспозвоночные. СПб.: б. и., 400 с.
13. Цалолыхин С.Я. (ред.). (1997) Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3: Паукообразные. Низшие насекомые. СПб.: б. и., 439 с.
14. Цалолыхин С.Я. (ред.). (2000) Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4: Двукрылые насекомые. СПб.: Наука, 997 с.
15. Цалолыхин С.Я. (ред.). (2001) Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5: Высшие насекомые. СПб.: Наука, 825 с.
16. Цалолыхин С.Я. (ред.). (2004) Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6: Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука, 526 с.
17. Леванидов В.Я. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. Т. 45(148). С. 126–159.
18. Вишивкова Т.С., Иваненко Н.В., Якименко Л.В., Дроздов К.А. Введение в биомониторинг пресных вод. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2019. 240 с.
19. Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 218 с.
20. Яворская Н.М. Состояние реки Амур после катастрофического наводнения 2013 г.: оценка изменений в структуре зообентоса на примере протоки Амурская (окрестности г. Хабаровск) // Вода: химия и экология. 2017. № 2. С. 51–58.

## Сохранение водных экосистем при создании и экологическом мониторинге ООПТ

Е. В. Млынар<sup>1</sup>, И. Е. Хованский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный  
медицинский университет», Хабаровск, Россия, [mlynar@bk.ru](mailto:mlynar@bk.ru)

<sup>2</sup>МРОО «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического  
и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов  
«Рост Регионов», Хабаровск, Россия, [ikhovansky@mail.ru](mailto:ikhovansky@mail.ru)

**Аннотация.** Сохранение водных экосистем играет важную социально-экономическую роль, имеет существенные социально-исторические аспекты и несомненное государственное значение. Одним из действенных способов защиты и сохранения водных экосистем может стать придание им либо прилегающим участкам земельного фонда статуса особо охраняемых природных территорий (ООПТ), с соответствующим режимом охраны и использования. Приведенные примеры показывают перспективность и обоснованность сохранения водных экосистем при создании и экологическом мониторинге ООПТ.

## Preservation of aquatic ecosystems in the creation and environmental monitoring of protected areas

E. V. Mlynar<sup>1</sup>, I. E. Khovansky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia, [mlynar@bk.ru](mailto:mlynar@bk.ru)

<sup>2</sup>Socially Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance  
to the Socio-Economic and Cultural Rising of Regions «Rising of Regions», Khabarovsk,  
Russia, [ikhovansky@mail.ru](mailto:ikhovansky@mail.ru)

Preservation of aquatic ecosystems plays an important socio-economic role, has significant socio-historical aspects and undoubted state significance. One of the effective ways to protect and preserve aquatic ecosystems can be to give them, or adjacent areas of the land fund, the status of specially protected natural areas (PAs), with an appropriate protection and use regime. These examples show the prospects and validity of the conservation of aquatic ecosystems in the creation and environmental monitoring of protected areas.

Сохранение водных экосистем играет важную социально-экономическую роль, имеет существенные социально-исторические аспекты и несомненное государственное значение. Комплекс экологических аварий и техногенных катастроф, произошедших в водных экосистемах в начале XXI века, привел не только к значительному изменению статуса и режиму функционирования этих экосистем, но и вновь обратил пристальное внимание общественности к вопросам их сохранения.

Полноценное функционирование водных экосистем принципиально для получения стабильной лесной, рыбной и другой сельскохозяйственной продукции, а также для повышения качества жизни населения. В настоящее время широко известно, что основную

роль в поддержании стабильного состояния экосистем играет их биоразнообразие. Снижение биоразнообразия влечет за собой постепенную деградацию любой, в том числе и водной, экосистемы, понижает ее устойчивость и в конечном итоге может привести к ее исчезновению. Одним из действенных способов защиты и сохранения водных экосистем, на наш взгляд, может стать придание им либо прилегающим участкам земельного фонда статуса особо охраняемых природных территорий (ООПТ), с соответствующим режимом охраны и использования. Создание благоприятного для функционирования биоценозов режима хозяйственной деятельности во многом способствует их сохранению и процветанию. Далее мы приведем некоторые примеры из своего опыта, а также общие принципы, на которые следует опираться при сохранении водных экосистем посредством создания и экологического мониторинга ООПТ.

В 2020 г. в Хабаровском крае нами было проведено комплексное экологическое обследование памятника природы краевого значения «Оползневое озеро Амут». В ходе работ на основе анализа фондовых материалов и результатов полевых обследований было подготовлено научное обоснование по изменению границ данной ООПТ. Первоначально памятник природы краевого значения «Оползневое озеро Амут» имел территорию 12 га. При этом основным объектом охраны являлось непосредственно само озеро и небольшая прилегающая к нему наземная территория. Однако, при обследовании у авторов возникло четкое убеждение, что озеро Амут не должно являться единственным местом охраны данной ООПТ, но может и должно стать ключевым моментом при охране всего комплекса горного хребта Мяо-Чан. На это, в частности, указывал тот факт, что Мяо-Чан, в пределах которого находится озеро, представляет собой исторически и эволюционно сложившийся уникальный биогеоценоз с характерными для него биотопами. Водные артерии, пролегающие на территории ООПТ и за ее пределами, являются основным источником питания для ряда растений, служат временным или постоянным пристанищем ряда представителей животного мира. В то же время, имевшийся растительный покров (в первую очередь древесный) служит одной из основных защит имеющихся ландшафтов от эрозии.

Все представители исследуемого биогеоценоза, а также примыкающих к ООПТ экосистем, пересекаются между собой обширными экологическими взаимоотношениями и связями, поэтому потеря любого звена напрямую или опосредованно оказывают воздействие на остальных участников сообщества. В связи с этим возрастает роль ООПТ в поддержании экологического баланса окружающих территорий. При исследованиях также было отмечено, что с рекреационной точки зрения просто не оценим вклад ООПТ в обеспечение окружающих территорий чистым атмосферным воздухом. Это особо актуально для жителей прилегающих населенных пунктов, временами испытывающими недостаток в чистом незагрязненном воздухе из-за работы ГОК. Территория памятника является одним из уникальных участков в пределах Хабаровского края с точки зрения сохранения биологического разнообразия. Исходя из своего месторасположения в центре хребта Мяо-Чан, на прилегающих к озеру территориях сохранились исторические комплексы живой природы, а многие объекты растительного и животного мира в комплексе представляют немаловажную ценность и значение в целостной картине природных богатств Хабаровского края, отличающегося необычайно высоким уровнем биологического разнообразия. В целом, по экспертной оценке, было дано заключение, что общая оценка роли озера Амут в поддержании экологического баланса на всем природном комплексе Мяо-Чан и окружающих территориях может составить до 100 %. В связи с этим, было предложено расширить границы ООПТ, включив в нее наиболее уязвимые с точки зрения антропогенного воздействия участки хребта Мяо-Чан. В конце 2021 года вышло Постановление Правительства Хабаровского края об изменении границ данной ООПТ и в настоящее время территория ООПТ существенно возросла. При этом дополнительно была образована охранная зона памятника природы.

Еще одним примером значимости водных экосистем для сохранения уникальных комплексов в статусе особо охраняемых природных территорий являются результаты исследований, проведенных в 2020 году при обследовании особо охраняемой природной территории «Озеро Светленькое» в Челябинской области. В данном случае нами были проведены мониторинговые работы с целью получения своевременной комплексной информации о состоянии водного объекта — озера Светленькое, в том числе процессах эвтрофирования, сезонных и годовых тенденциях в развитии экосистемы, а также разработка рекомендаций по улучшению экологического состояния озера. Последнее было крайне актуально, поскольку на территории озера Светленькое с использованием механических средств производилась промышленная добыча лечебной грязи (сапропель).

Исследования показали, что, хотя содержание в воде озера Светленькое основных анионов и биогенных элементов в основном находилось в норме, однако, было отмечено увеличение концентрации аммонийного и нитритного азота и магния, а также повышение концентрации сине-зеленых водорослей, которые могут приводить к цветению воды. Данные факты мы связали с проводимыми на озере работами по добыче лечебной грязи, что, по-видимому, приводило к взмучиванию и активному перемешиванию биогенов и магния из донных отложений. В то же время, поскольку озеро является небольшим и относительно неглубоким, то любые работы на нем должны проводиться в очень ограниченном масштабе, так как могут повлиять на изменение экологических условий водоема.

В связи с этим был предложен следующий комплекс мероприятий по улучшению экологического состояния озера Светленькое:

- продолжение мониторинга состояния озера и окружающей среды на долгосрочной основе, с привлечением различных специалистов;
- ограничение или полный запрет добычи лечебной грязи (сапропеля) из водного объекта с использованием механических средств;
- организация и обустройство мест для отдыха населения и рекреации, с элементами экологического просвещения и экологического туризма;
- обеспечение контрольно-надзорных мероприятий по недопущению на озере Светленькое лова рыбы с использованием браконьерских запрещенных орудий лова.

Таким образом, в результате своевременно проведенных мониторинговых работ на ООПТ, удалось сформировать представление о состоянии экосистемы озера Светленькое, а также предложить мероприятия по его охране.

Еще большие экологические проблемы были выявлены при проведении в 2020–2021 гг. экологического мониторинга в той же Челябинской области озера Большой Кисегач, также имеющего охранный статус. Общий объем водопотребления в озере явно чрезмерен и составляет порядка 2,7 млн м<sup>3</sup>. При отсутствии необходимой подпитки, это может приводить к общему снижению уровня озера на 20 см в год. По проведенным оценкам, за последнее десятилетие уровень воды в озере упал на 1,5–2 м. Несмотря на большие размеры и глубину, озеро тем не менее довольно уязвимо к неблагоприятным воздействиям, в том числе антропогенным. Природные климатические циклы, связанные с маловодностью, дополняются значительными объемами водопользования и антропогенным нарушением питания озера через впадающие протоки.

Кроме снижения уровня воды и недостаточно контролируемого водопользования, тревогу вызывает также отсутствие должной работы очистных сооружений, осушение и заболачивание прибрежной зоны, искусственное перегораживание естественного водосбора дорогами. Неочищенные стоки попадают в озеро Табанкуль, далее в озеро Теренкуль и, наконец, в озеро Большой Кисегач. Как следствие, в озере возрастает концентрация биогенных

элементов, приводящая к чрезмерному развитию планктона и так называемому «цветению» воды. С наступлением лета фиксируется снижение растворенного в воде кислорода, содержание которого в южной прибрежной части падает с 10,2–11,6 до 4,1–4,6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Косвенно о снижении кислорода свидетельствуют и рыбаки-любители, со слов которых рыба теряет активность и клев ухудшается. Эвтрофирование озера приводит к утрате его рекреационных свойств: снижается прозрачность, растет содержание растворенной органики, увеличивается содержание макроэлементов.

Мероприятия по сохранению водных объектов, испытывающих значительную рекреационную нагрузку, должны быть включены в дорожную карту и должны содержать как мероприятия по текущему уходу — выполнение работ по поддержанию надлежащего санитарного состояния территории и водных объектов (уборка мусора); обустройству прогулочных дорог и учебных троп, площадок отдыха и других элементов благоустройства; обеспечению безопасности посетителей и т. п., так и мероприятия, способствующие восстановлению нарушенного гидрологического режима.

Иногда при создании особо охраняемой природной территории, включающей в свой состав водные экосистемы, инициативными мотивами может служить не только уникальность водной экосистемы, но и ее историко-культурная значимость. Примером подобной водной экосистемы, вошедшей на основе наших исследований в состав особо охраняемых природных территорий регионального значения, является «Малое Игнатовское болото» (Калужская область). Обследование данной территории было проведено нами еще в 2013 году, и, по прошествии нескольких лет, постановлением Правительства Калужской области № 694 от 30 октября 2019 г. была создана особо охраняемая природная территория «Малое Игнатовское болото».

Основной целью наших исследований было проведение комплексного экологического обследования Малого Игнатовского болота, с целью уточнения необходимости придания ему в дальнейшем правового статуса особо охраняемой природной территории. При исследовании было отмечено, что Игнатовское болото, несомненно, представляет собой не только биологическую, но в первую очередь историко-культурную ценность. Это обусловлено несколькими причинами.

Во-первых, еще в начале 20 века в окрестностях Чипляева (недалеко от Игнатовского болота) предполагалось «развить отхожий, преимущественно каменотесный, промысел». В 1911 году со станции Чипляево уже отправлено 9 600 пассажиров и 485 тысячпудов грузов; прибыло грузов 203 тысячи пудов. Во-вторых, на данном участке сохранились остатки узкоколейной железной дороги Чипляевского торфопредприятия, которая была построена перед Великой Отечественной войной. В первое время она служила для перевозки торфа с Игнатовского торфоболота на перегрузочный пункт станции Чипляево. Протяженность дороги составляла 3 км. После Великой Отечественной войны наней работал трофейный немецкий паровоз. В конце 50-х годов на узкоколейку поступил отечественный паровоз ВП4. Его котел был обнаружен в 2001 году на развалинах бани поселка Игнатовский. Узкоколейка проработала до 1982 года, после чего в связи с прекращением поставок топливного торфа была закрыта. До конца 80-х годов с торфоучастка машинами в окрестные совхозы возили сельхозторф, после чего добыча торфа была полностью прекращена, торфопредприятие закрылось, однако вдоль автодороги Чипляево — Игнатовский некоторых местах еще остались нитки рельс раскантованной узкоколейки. Таким образом, данная территория представляет собой яркий пример развития торфяного и каменотесного промысла в Калужской области.

Кроме того, болотно-речные системы, в том числе болото Игнатовское, несмотря на их ограниченное распространение на территории Калужской области, выполняют важные гидроэкологические функции, а в результате обследования оказалось, что в экологической системе болота Игнатовского и прилегающей насыпи присутствуют и обнаружены несколько

редких и уникальных видов сосудистых растений и мхов, в том числе из Красной книги Калужской области. Также на болоте встречаются регионально редкие и имеющие ограниченное распространение виды птиц и виды, внесенные в Красную книгу Калужской области. Таким образом, в результате проведенных работ было подготовлено обоснование, декларирующее, что весь природный комплекс болота Игнатовского может с определенной долей условности рассматриваться в качестве малонарушенного природного комплекса. Территория, которой планируется придать правовой статус особо охраняемой природной территории регионального значения (ООПТ «Болото Игнатовское») является редким и уникальным сообществом, а также природной экосистемой, требующей охраны.

## Мониторинг гидрохимического состава воды малых рек г. Хабаровска

И. С. Синькова

*ФГБУН «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного  
отделения Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт водных  
и экологических проблем», Хабаровск, Россия, rina.sinkova@gmail.com*

**Аннотация.** Проведен анализ гидрохимических показателей воды малых рек г. Хабаровска и его окрестностей. Посредством статистического анализа выявлены четыре группы водных объектов, отличающихся степенью изменения исследованных показателей и присутствием техногенных загрязнителей. Выявлены районы, испытывающие наибольшее антропогенное воздействие, определены возможные источники поступления загрязняющих веществ.

## Monitoring of the hydrochemical composition of water in small rivers in Khabarovsk

I. S. Sinkova

*Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian  
Academy of Sciences, separate division «Institute of Water and Ecology Problems»,  
Khabarovsk, Russia, rina.sinkova@gmail.com*

**Abstract.** An analysis of hydrochemical indicators of water of small rivers in Khabarovsk and its surroundings conducted. By means of statistical analysis, four groups of water objects with the degree of changes in the studied parameters and the presence of anthropogenic pollutants have been found. The areas experiencing the greatest anthropogenic impact were identified and the possible sources of pollutants were determined.

### Введение

Стремительный рост индустриализации усиливает пагубное влияние на жизнь человека, животный мир и окружающую среду [1]. Для городов, как правило, характерны наличие промышленных предприятий и высокая плотность населения. В густонаселенном г. Хабаровске имеется малое число крупных производств, расположенных в разных частях города, для которых также характерен разный тип застройки: высотный в центральной и северной и преимущественно частный сектор в южной и юго-восточной частях. Такая ситуация позволяет рассматривать его отдельные районы в качестве примера урбанизированной территории с различными источниками поступления загрязняющих веществ: от бытовых и сельскохозяйственных до поллютантов промышленного происхождения.

В настоящее время в исследованиях применяется большой арсенал методов по выявлению загрязняющих веществ в различных средах [2; 3]. Отличительными чертами проводящихся измерений являются их сложность и большие затраты времени. Полученные лабораторные данные являются хорошей информационной базой для долгосрочной оценки экологического состояния территории. Для этой цели наиболее показательным и предпочтительным является гидрохимический анализ малых рек. Территорию Хабаровска и его окрестностей дренируют более двух десятков таких рек. Дренируя разные районы города, они подвергаются различным антропогенным нагрузкам. За счет малой водности, любое техногенное вмешательство ярко отражается на химическом составе воды.

Реки высокой водности не могут указать на мелкие локальные источники загрязнения ввиду сильной разбавляющей способности крупной реки и анализ становится менее информативен.

Предпочтительный период измерений должен характеризоваться наибольшей стабильностью измеряемых показателей, ввиду минимального воздействия погодных явлений. Также важным является отделить единичные пиковые выбросы концентраций загрязнителей от систематически регистрируемых высоких содержаний этих поллютантов. Исходя из этого, для наблюдения предпочтительнее зимний период. Для г. Хабаровска и его окрестностей (Большехехцирский заповедник) это период с конца ноября по начало марта. В приведенной работе были использованы данные, полученные за 2017–2021 гг., опубликованные ранее [4; 5].

### Методы исследования

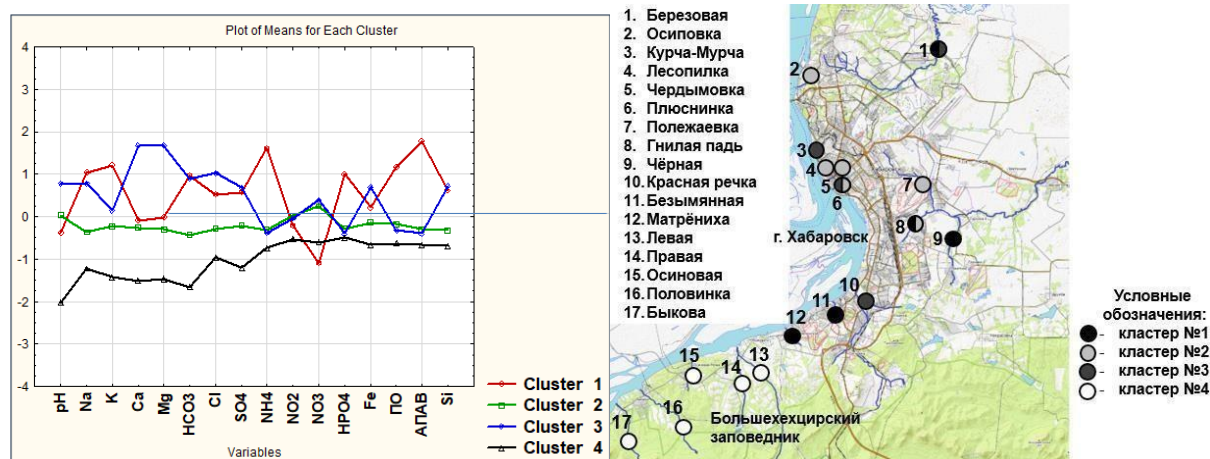
Содержание тяжелых металлов определялось на атомно-абсорбционном спектрометре Agilent Technologies: SpectrAA модель 240 FS AA. Содержание летучей органики определялось газовой хроматографией на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000» исполнение 1. Минеральный состав определялся в лаборатории центра коллективного пользования ИВЭП ДВО РАН. Статистические расчеты проводились в программном комплексе STATISTICA 10.

### Результаты

Все загрязнения водных объектов урбанизированной территории можно разделить на 3 типа по происхождению. Тяжелые металлы и летучая органика имеют преимущественно промышленное происхождение. АПАВ, фосфаты и аммонийный азот попадают из бытовых стоков. Калий, фосфаты и аммоний — из сточных вод сельскохозяйственного производства. В ходе исследования малых рек г. Хабаровска и его окрестностей было изучено содержание летучих органических соединений и тяжелых металлов. Все реки характеризуются незначительным содержанием летучей органики. Динамика содержания тяжелых металлов не коррелирует между собой, как это часто бывает при техногенном воздействии [6]. Изменение содержания Pb (< 1 мкг/л), Cu (3–10 мкг/л) существенно не выходят за пределы естественного природного фона (Pb = 1 мкг/л, Cu = 7 мкг/л), тогда как содержание марганца (до 1950, 44 мкг/л) превышает фоновые значения (10 мкг/л) от 15 до 195 раз. Таким образом, с уверенностью можно говорить, что на территории г. Хабаровска отсутствуют техногенные загрязнения, а повышенное содержание марганца связано с естественными особенностями территории.

При расчете в качестве отдельно взятых опытов использованы данные обезличенных проб [7]. Все показатели были подвергнуты кластерному анализу, который установил, что массив данных проб рек состоит из 4 кластеров (рис. 1 а).

Распределение рек по кластерам изображено на рисунке 1 б. Реки заповедной территории (Левая, Правая, Осиновая, Половинка, Быкова) сформировали отдельный кластер (№ 4). Для него характерны наиболее низкие значения гидрохимических показателей, не превышающие фоновые значения [8]. Наиболее ярко выделяются показатели уровней pH и содержания щелочных металлов, кальция и магния. Данные реки были взяты с целью выявления границ урбанизированного влияния.



**Рисунок 1.** а — кластерный анализ проб малых рек г. Хабаровск и окрестностей; б — распределение малых рек Хабаровска и окрестностей по кластерам

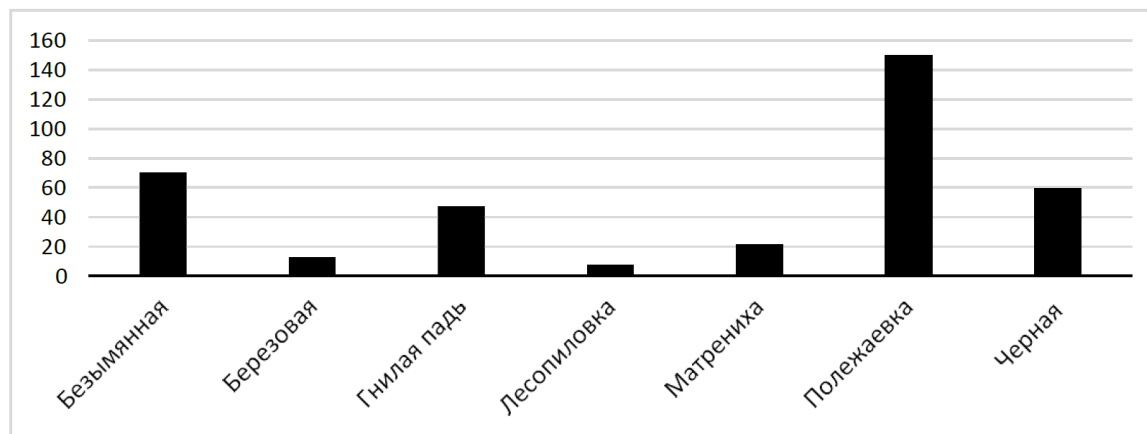
Кластер № 2 преимущественно сформировали реки центральной части города и реже — восточной (Осиповка, Лесопилка, Чердымовка, Плюснинка, Полежаевка, Гнилая падь), для которой характерна высотная застройка. Поскольку на территории водосборов отсутствуют крупные промышленные производства и сельскохозяйственные угодья, основными источниками питания в зимний период являются бытовые стоки жилищно-коммунального хозяйства. Столь ограниченное число источников сильных загрязнений прослеживается на графике (рис. 1 а) в виде значений концентраций, большинство из которых стабильно ниже среднего показателя по всем пробам рек.

Наиболее схожим со вторым является кластер № 3 (реки Березовая, Курча-Мурча, Чердымовка, Красная речка). Отличительными особенностями проб из кластера № 3 являются повышенные жесткость ( $\text{Ca}^{2+}$  (100 мг/л),  $\text{Mg}^{2+}$  (32 мг/л)) и щелочность ( $\text{HCO}_3$  (556 мг/л)). Такое различие, вероятно, обусловлено тем, что реки кластера № 3 питаются в основном водами, протекающими через аллювиальные отложения.

Пробы, отнесенные в кластер № 1 (реки Березовая, Гнилая падь, Черная, Безымянная и Матрениха), принадлежат рекам южной и восточной частям города и, в основном, дренируют территории частного сектора. Как правило, наибольшая часть участков отведена под садово-огородное хозяйство, что подразумевает использование различных удобрений. Такая особенность территории водосборов приводит к характерным повышенным содержаниям  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . Мелкое скотоводство и неконтролируемые сбросы отходов приводят к наиболее высоким содержаниям аммонийного азота и АПАВ в рассмотренных пробах. Такая совокупность активного антропогенного и биологического воздействия закономерно ведет к значительным содержаниям  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Это ярко прослеживается при введении коэффициентов превышения фоновых значений веществ. Среднее превышение в кластере № 1 по  $\text{HPO}_4^{2-}$  составляет 52,5 раза. На рисунке 2 представлены средние коэффициенты для каждой реки, вошедшей в кластер № 1.

Также отмечено, что в данный кластер периодически попадают пробы из рек Березовая и Гнилая падь, которые, как правило, относятся к кластерам № 3 и № 2 соответственно. Возможно, к таким изменениям химического состава вод приводят точечные сбросы с птицефабрик, расположенных на территории водосбора. Помимо этого, русло р. Березовая

расположено близ завода строительной керамики. Предположительно, периодические сбросы сточных промышленных вод приводят к увеличению жесткости воды, характерной для кластера № 3.



**Рисунок 2.** Превышение фонового значения по  $\text{NO}_4^{2-}$  для рек кластера 1 (раз)

### Выводы

В результате кластерного анализа данных гидрохимических исследований малых рек, дренирующих территорию г. Хабаровска, удалось выявить три группы территорий, испытывающих различную антропогенную нагрузку (кластеры 1, 2 и 3, соответственно). В отдельный кластер № 4 выделились пробы, отобранные из районов свободных от выраженного антропогенного вмешательства, — заповедные территории.

Территории, испытывающие наименьшую нагрузку (кластеры 2 и 3), характеризуются превышением фоновых показателей в среднем в 9 и 15 раз (для кластеров 2 и 3, соответственно). Эти территории образуют центральную часть города.

Территории, испытывающие наибольшую нагрузку (в среднем превышение фонов более чем в 21 раз, превышение  $\text{NO}_4^{2-}$  — 52,5 раза), расположены на периферии. Отличительной чертой рек этой группы являются значительные превышения аммонийного азота, фосфатов и АПАВ.

Таким образом, показана возможность использования кластерного анализа данных гидрохимического исследования малых рек для скрининговой индикации интенсивности и типов антропогенного воздействия. Определены возможные источники загрязнений.

*Работа выполнена в рамках гранта Правительства Хабаровского края № 89С/2022.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Y. Yu, C. Li, S. Huang, Z. Hu, Z. Chen, H. Gao, *BiOBr hybrids for organic pollutant removal by the combined treatments of adsorption and photocatalysis*, *RSC Adv.*, 8 (2018), pp. 32368–32376.
2. РД 52.24.643 2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям», Росгидромет.
3. РД 52.24.309 2016 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши», Росгидромет.

4. Синькова И.С., Оценка качества воды малых рек Хабаровска в зимнюю межень в 2020–2021 годах, *Региональные проблемы*, 2021, 24(2-3), С. 43–46 DOI: 10.31433/2618-9593-2021-24-2-3-43-46.
5. Шестеркин В.П., Афанасьева М.И., Шестеркина Н.М. Особенности качества воды малых рек Хабаровска в зимний период // *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2019. № 3. С. 42–51.
6. Эйрих А.Н., Серых Т.Г., Степанец В.Н., Папина Т.С., Микроэлементный состав воды реки Оби в районе города Барнаула, *Известия АО РГО*. 2018. № 3(50).
7. V.P. Shesterkin, I.S. Sinkova, O.I. Kaminsky. Dynamics of the Content of Mineral Forms of Nitrogen in the Water of Small Rivers in Khabarovsk during the Winter Period // *Journal of Ecological Engineering*. — 2021. — Vol. 22. — No 10. — P. 121–126. — doi 10.12911/22998993/142120issn.
8. Архипов А.Я., Бугров В.А., Соловов А.П. и др., *Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых*. М.: Недра, 1990 г., 335 стр., УДК: 550.84, ISBN: 5-247-01070-1.

## **Тенденции ухудшения состояния водных ресурсов и экосистемы бассейна реки Амур: социальная значимость и влияние на здоровый образ жизни населения**

В. В. Власова-Сайкова

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации», Хабаровский филиал, Хабаровск, Россия, val-vlasova-sajkova@yandex.ru*

**Аннотация.** Автор раскрывает современные тенденции состояния водных ресурсов и экосистемы бассейна реки Амур, дает предложения по усилению социальной значимости сохранения здоровья и здорового образа жизни населения Дальнего Востока, показывает формы, методы и инструменты для повышения качества жизни жителей Амурской области, особенно молодежи.

## **Trends in water resources and ecosystem decline in the amur river basin: social significance and impact on healthy lifestyles of the population**

V. V. Vlasova-Saykova

*Saint Petersburg State University of Civil Aviation,  
Khabarovsk branch, Khabarovsk, Russia, val-vlasova-sajkova@yandex.ru*

**Abstract.** The author reveals the current trends in the state of water resources and the ecosystem of the Amur River basin, gives suggestions for strengthening the social significance of maintaining health and a healthy lifestyle for the population of the Far East, shows the forms, methods and software tools for improving the quality of life of the inhabitants of the Amur region, especially young people.

Река Амур — крупный водоток, который пока слабо изменен человеком. Природные условия не критичные. Река не утратила способности восстанавливать свое состояние, изменение ее водного режима не достигло предельных значений [1]. Однако режим природопользования в бассейне реки, интенсивность трансформации геосистем Приамурья инициируют развитие негативных процессов в его природных и природно-хозяйственных системах, что существенно ухудшает условия и значимость его территории для обеспечения успешной жизнедеятельности, серьезно влияет на здоровый образ жизни населения.

Истощительное природопользование порождает прогрессирующий рост экологической, а как следствие — социальной напряженности. Река Амур имеет огромное значение для социально-экономического развития приамурских территорий, включая Хабаровский край. Поэтому нужно изучать и учитывать, как экономические, так и социально-экологические предпосылки в целях улучшенного и сбалансированного развития бассейна Амура.

Необходимо планировать и добиваться улучшения качества жизни людей на его территории, используя уже имеющиеся положительные результаты в этой области деятельности.

Одним из главнейших ресурсов Амурского бассейна является пресная вода. Суммарный объем поверхностных вод, поступающих в море, составляет 357 км<sup>3</sup>/год [2]. Основными показателями тенденций ухудшения качества водных ресурсов и экосистемы бассейна в целом являются следующие:

- Экологические проблемы: высокая антропогенная нагрузка; химическое, бактериальное и физическое загрязнение вод; загрязнение почв, водных объектов, атмосферы стоками и возгонами брошенных производств целлюлозно-бумажной и горной промышленности; обезлесивание в результате пожаров и вырубки леса; сокращение биоразнообразия растительного и животного мира; угрозы загрязнения бассейнов Японского и Охотского морей; опустынивание и загрязнение почв токсичными соединениями: дихлордифенил — трихлорэтаном (ДДТ), гексахлорциклогексаном (ГХЦГ) и другими веществами, запрещенными Всемирной организацией здравоохранения к использованию в сельском хозяйстве в качестве пестицидов.
- Трансграничные проблемы, обусловленные воздействием Китая: увеличение миграции на Дальний Восток России китайского населения; аварийные и залповые сбросы экологически грязных производств; продолжающийся многолетний сброс недостаточно очищенных сточных вод; затяжные пыльные бури, перенос токсикантов воздушным путем; снижение объема вод р. Сунгари, ухудшение их качества; работы, изменяющие русловые процессы рек Амура и Аргуни.

Амур утрачивает статус чистой реки. В последние годы отмечается резкое ухудшение качества амурской воды. С российской стороны в течение года в бассейн Амур сбрасывается менее 1 млрд т (от 720 до 930 тыс. т) в различной степени очищенных стоков. КНР в бассейн реки Сунгари предприятия сбрасывают около 15 млрд т, очищается только 14 %.

Неблагоприятная экологическая ситуация негативно сказывается на населении бассейна р. Амур. Следует обратить внимание на состояние здоровья жителей Приамурья. Уровень кишечных заболеваний на Нижнем Амуре превышает среднероссийские показатели более чем на 30 %. Неблагополучная обстановка характерна для районов, непосредственно расположенных в долине р. Амур (Хабаровский, Нанайский, Солнечный, имени Лазо и др.). В этих районах заболеваемость кишечными инфекциями в 2–6 раз выше, чем средняя по Хабаровскому краю. На протяжении почти 10 лет растет заболеваемость вирусным гепатитом «А». Уровень ее превышает среднероссийский на 48 %. В городах Комсомольске-на-Амуре, Хабаровске, районах Солнечном, имени Лазо показатели заболеваемости превышают краевые от 1,4 до 5,7 раза. Высок уровень онкологических заболеваний. С конца 90-х годов в летний период в районе г. Хабаровска фиксируются палочки холеры.

Последние годы для жителей Нижнего Амура характеризуются ростом числа заболеваний серозно-вирусным менингитом (выше среднероссийских показателей почти в четыре раза). По этой причине в 2006 году на 18 дней было отложено начало занятий в школах. По этой же причине в последние десятилетия существует запрет на купания в водоемах Амура вблизи Хабаровска и других населенных пунктов края.

Практический эффект от имеющихся документов о сотрудничестве между российскими субъектами Приамурья и КНР, исключая соглашение по рыболовству, крайне низок в силу отсутствия правовых механизмов двустороннего регулирования трансграничных проблем, полной и объективной экологической информации, планирования мероприятий по выполнению соглашений только на федеральном уровне. Основная причина со стороны Российской Федерации — экономическая. Мероприятия по реализации двусторонних Соглашений не включаются в состав целевых программ и не обеспечиваются финансированием. Китайская сторона уклоняется от выполнения обязательств, зафиксированных в документах,

в силу традиционного подхода по решению приоритетов экономического развития, а затем — охраны окружающей среды.

К большому сожалению, все предложения по сохранению условий для здорового образа жизни населения требуют финансов, которых почему-то на эти цели нет. Так, на сентябрьском 2021 года пленарном заседании Законодательной Думы Хабаровского края по вопросам поддержки здравоохранения края, было отмечено, что вместо 50 млрд рублей требуемых для здравоохранения края, максимально за последние 10 лет выделялось только не более 17 млрд рублей, а в 2019 году вообще 0 руб. Конечно, о какой роли государства в поддержании здоровья населения (особенно молодежи) может идти речь?! Предложенные высоко окупаемые бизнес-проекты, которые полностью могли бы обеспечить нужное финансирование здравоохранения края, включая мероприятия по здоровому образу жизни — получили отписки со ссылкой на несвоевременность.

Следующий аспект ухудшения поддержания здоровья населения и его здорового образа жизни касается обеспечения коренных малочисленных народов Севера (КМНС) традиционными продуктами питания: рыбой, дикоросами, охотничьими продуктами. Из-за плохой экологической обстановки на Амуре и браконьерства со стороны различных западных российских компаний, в 2021 г. вместо предусмотренных нормой 50 кг лосося на каждого из числа КМНС краевое правительство обошлось выдачей по одному пакету, в котором могло быть не более 20 кг.

Обеспечение рыбой и дикоросами должно быть, но где воспроизводство рыбных запасов и рыбоводные предприятия? Почему нельзя для всех постоянных жителей сделать так, чтобы цены, ассортимент и возможность приобретения этой продукции была у всех, ведь население Дальнего Востока не может обойтись без той продукции. Важно так вести рыбохозяйственную деятельность, чтобы при наличии промышленного лова, любительский лов, «нормовые квоты» для КМНС и артельные квоты регулировались и контролировались по времени проходными днями и по количеству разрешенной к вылову рыбы на основании научного прогноза.

Другой аспект, влияющий на экологическое и водное состояние бассейна Амура, касается создания водохранилищ для ГЭС, которые затопливают огромные природные территории и серьезно влияют на микроклимат конкретной местности и, соответственно, здоровье населения.

Очень важным аспектом является возможность населения бассейна Амура питаться здоровой натуральной органической пищей, количество и качество ингредиентов которых резко уменьшились, что способствует развитию болезней, связанных с патологией иммунной системы жителей. Нельзя государству однобоко поддерживать фармацевтические предприятия и их продукцию, в то время как причина таких болезней часто кроется в отсутствии или недоступности натуральных органических продуктов питания. Вся растительная и животная сельскохозяйственная продукция, выращенная на качественных плодородных почвах, удобренных органикой в виде сапропеля и торфа, даст все для иммунной системы человека и, как следствие, для здорового образа жизни.

Постоянными для территории бассейна Амура стали возмущения населения по поводу предлагаемых к реализации иностранными компаниями проектов заводов по производству метанола и газового конденсата в самых уникальных природных местах. Поэтому отсутствие заинтересованной реальной государственной политики по внедрению здорового образа жизни требует соответствующего внимания и претворения в жизнь мер по ее оздоровлению.

В этой ситуации очень важны предлагаемые методы изучения социально-экологических ценностей населения амурского бассейна и анализ современных представлений о возможностях для реализации «Стратегии формирования в России здорового образа жизни». По результатам проведенных исследований, мы в состоянии предложить развитие

государственной стратегии формирования здорового образа жизни жителей бассейна р. Амур. Конечно, мы надеемся, что через обозначенные социально-экологические ценности удастся оптимизировать проводимые Правительством России государственные подходы формирования здорового образа жизни населения Приамурья для увеличения продолжительности жизни населения и ее комфортности, особенно для молодежи [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Крюков В.Г. *Возможность устойчивого развития бассейна реки Амур (российская часть)*. [https://src-h.slav.hokudai.ac.jp/coe21/publish/no19\\_ses/5\\_kryukov.pdf](https://src-h.slav.hokudai.ac.jp/coe21/publish/no19_ses/5_kryukov.pdf).
2. Гусев М.Н. *К проблеме сохранения реки Амур*. [https://ecodelo.org/18194-k\\_probleme\\_sokhraneniya\\_reki\\_amur-okhrana\\_okruzhayushchei\\_sredy/zashchita\\_rek\\_i\\_vodoemov/vii\\_m](https://ecodelo.org/18194-k_probleme_sokhraneniya_reki_amur-okhrana_okruzhayushchei_sredy/zashchita_rek_i_vodoemov/vii_m).
3. Гареева И.А., Власова-Сайкова В.В., *Социально-экологические ценности в представлениях молодежи Хабаровского края. Власть и управление на Востоке России. № 1(86), с. 163–171, Хабаровск, 2019.*

## Вопросы сохранения экосистемы Амурского бассейна

И. Е. Хованский

*МРОО «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов «Рост Регионов», Хабаровск, Россия, ikhovansky@mail.ru*

**Аннотация.** Амур — одна из величайших мировых рек, крупнейшая транспортная артерия, объединяющая три страны, а его бассейн, общей площадью 1,8 млн км<sup>2</sup>, — уникальная природная экосистема, играющая значительную роль в сохранении биоразнообразия животных и растений Дальнего Востока. Сохранение уникального природного объекта требует комплексного подхода, здесь нужны как всестороннее изучение, подготовка регулирующей нормативно-правовой базы, так и принятие конкретных практических мер по восстановлению и воспроизводству. Продолжающаяся практика вырубki леса без достаточного компенсирующего восстановления, бесконтрольная разработка месторождений в бассейне, отсутствие механизма направления средств, полученных в качестве компенсации нанесенного ущерба, на целевые восстановительные мероприятия, заставляют вновь и вновь обращать внимание на экологию Амура. Поднятые проблемы свидетельствуют о необходимости более широкого сотрудничества стран при рациональном использовании водных биологических ресурсов Амурского бассейна и необходимости совместных решений в экологической сфере.

## Issues of preserving the ecosystem of the Amur basin

I. E. Khovansky

*Socially Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance to the Socio-Economic and Cultural Rising of Regions «Rising of Regions», Khabarovsk, Russia, ikhovansky@mail.ru*

**Abstract.** Amur is one of the world's greatest rivers, the largest transport artery uniting three countries, and its basin, with a total area of 1,8 million km<sup>2</sup>, is a unique natural ecosystem that plays a significant role in the conservation of biodiversity of animals and plants of the Far East. The preservation of a unique natural object requires an integrated approach, it requires both a comprehensive study, the preparation of a regulatory framework, and the adoption of specific practical measures for restoration and reproduction. The continuing practice of deforestation without sufficient compensatory restoration, uncontrolled development of deposits in the basin, the lack of a mechanism for directing funds received as damage to targeted restoration measures, make us again and again pay attention to the ecology of the Amur River. The problems raised indicate the need for greater cooperation between the countries in the rational use of aquatic biological resources of the Amur basin and the need for joint solutions in the environmental sphere.

Амур — одна из величайших мировых рек, крупнейшая транспортная артерия, объединяющая три страны, а его бассейн, общей площадью 1,8 млн км<sup>2</sup>, — уникальная природная экосистема, играющая значительную роль в сохранении биоразнообразия

животных и растений Дальнего Востока. Сохранение уникального природного объекта требует комплексного подхода; здесь нужны как всестороннее изучение, подготовка регулирующей нормативно-правовой базы, так и принятие конкретных практических мер по восстановлению и воспроизводству и др. Отдельные проблемные вопросы, связанные с сохранением экологии р. Амур, будут представлены в настоящем сообщении.

Одной из важнейших составляющих сохранения амурской экосистемы является прежде всего сохранение природной морфологии береговой линии и обеспеченность бассейна водными ресурсами, причем не только в абсолютном интегральном объеме, но с обязательной сохранностью оптимального гидрологического режима. Понятно, что без воды нельзя говорить о водной экосистеме. Сток в большей степени необходим не залповый и паводковый, а постепенный и равномерный, что позволит существовать гидробионтам, проходить нормальному эмбриогенезу и развитию икры осенне-нерестующих рыб и др. Однако, продолжающаяся практика вырубki леса без достаточного компенсирующего лесовосстановления, бесконтрольная разработка месторождений в бассейне, отсутствие механизма направления средств, полученных в качестве нанесенного ущерба, на целевые восстановительные мероприятия, заставляют вновь и вновь обращать внимание на экологию Амура.

Периодически необходимо проводить расчистку основного русла для судоходства и противопаводковых мер, и, несомненно, для такой крупной реки, как Амур, здесь необходимы серьезные целевые федеральные программы. Однако, на практике все ограничивается строительством защитной дамбы в Хабаровске, одамбированием сопредельной КНР своей части Большого Уссурийского острова и отсыпкой соседом своих берегов. Но возникают вопросы, проводится ли какая-либо оценка берегоукрепляющей деятельности на предмет ее влияния на берег сопредельной стороны и экосистему Амура, согласовываются ли эти работы на межправительственном уровне, есть ли общественная экологическая экспертиза?

В настоящее время наиболее остро стоит вопрос рационального использования водных биологических ресурсов Амура, прежде всего, рыбных. Известно, что бассейн исключительно богат ихтиофауной: здесь есть и осетровые, и лососевые, и сиговые, и частиковые рыбы. Тем не менее, запасы осетровых подорваны основательно, промысел их полностью запрещен. Уже несколько лет под запретом промысел горбуши и летней кеты, а с прошлого года серьезно обсуждается вопрос о закрытии на реке промышленного лова осенней кеты [1; 2]. Экономическое значение реки падает, возникает социальная напряженность из-за невозможности получения доступно рыбы населению, в том числе представителям коренным малочисленных народов, что в принципе недопустимо. Проводимых мероприятий по искусственному воспроизводству явно недостаточно.

Опять вернемся к вопросам взаимодействия с КНР. В соответствии с Соглашением от 27.05.1994 между Правительством РФ и Правительством КНР о сотрудничестве в области охраны, регулирования и воспроизводства живых водных ресурсов в пограничных водах рек Амур и Уссури (далее также Соглашение-1994), Стороны, исходя из общей заинтересованности в рациональном использовании живых водных ресурсов бассейна рек Амур и Уссури, будут осуществлять сотрудничество по вопросам управления живыми водными ресурсами в пограничных водах Амура и Уссури [3].

Согласно статье 5 Соглашения-1994, Стороны будут разрабатывать и осуществлять совместные мероприятия по охране живых водных ресурсов, регулированию промысла и воспроизводству рыбных запасов в водоемах, определенных настоящим Соглашением, а также по созданию рыбоводных предприятий.

Согласно статье 5 Соглашения-1994, Стороны обязуются осуществлять контроль за экологическим состоянием водоемов, определенных настоящим Соглашением, сохранять его, а также принимать необходимые меры по предотвращению загрязнения и нарушения среды обитания.

В то же время, останавливаясь на вопросах регулирования промысла, какой-либо информации от сопредельной стороны, используемой при подготовке материалов, обосновывающих общие допустимые уловы водных биоресурсов в пограничных водах, нет. По крайней мере в материалах, представляемых на государственную экологическую экспертизу [4]. Сколько рыбы вылавливается и как осуществляется контроль приходится только догадываться, что, конечно, не улучшает качество и достоверность прогнозных показателей вылова. И все это на фоне появляющейся информации об использовании гражданами Китая запрещенных орудий электрического лова и других экологических нарушениях [5].

Поднятые проблемы свидетельствуют о необходимости более широкого сотрудничества стран при рациональном использовании водных биологических ресурсов Амурского бассейна и необходимости совместных решений в экологической сфере.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Поможет ли запрет на вылов вернуть лосось в Амур* // <https://rg.ru/amp/2021/12/02/reg-dfo/pomozhet-li-zapret-na-vylov-vernut-losos-v-amur.html>.
2. *Рыбный коллапс обсуждают в Хабаровском крае* // <https://transsibinfo.com/news/society/17-11-2021/rybnyy-kollaps-obsuzhdayut-v-habarovskom-krae?yrwinfo=1639316170676830-6541615777483328102-sas3-1012-26a-sas-17-balancer-8080-BAL-5447>.
3. *Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве области охраны, регулирования и воспроизводства живых водных ресурсов в пограничных водах рек Амур и Уссури. Пекин. 27 мая 1994 года* // *Бюллетень международных договоров. 1996. № 7.*
4. *Материалы общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних водах Хабаровского края, Амурской области и ЕАО на 2018 г. (за исключением внутренних морских вод РФ). Реферат. Подраздел 1.3. — Бассейн р. Амур в границах Амурской области* // [https://www.mihadmin28.ru/files/\\_ба90hh2i.doc](https://www.mihadmin28.ru/files/_ба90hh2i.doc).
5. *Электрическая рыбалка обошла гостей из Китая в миллион* // *Fishnews. 13.11.2017.* <https://fishnews.ru/news/32510>.

## Перспективы использования бассейнового речного и озерного фонда

Е. В. Млынар<sup>1</sup>, И. Е. Хованский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный  
медицинский университет», Хабаровск, Россия, [mlynar@bk.ru](mailto:mlynar@bk.ru)

<sup>2</sup>МРОО «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического  
и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов  
«Рост Регионов», Хабаровск, Россия, [ikhovansky@mail.ru](mailto:ikhovansky@mail.ru)

**Аннотация.** Отдельные негативные аспекты в бассейновом управлении являются одной из значимых проблем для интегрированного управления водными ресурсами. В последнее время все большее внимание специалистами уделяется трансграничным или международным речным бассейнам. Предпринимаемых усилий по сохранению ценных водных биологических ресурсов Амурского речного бассейна явно недостаточно. В качестве одного из самых разумных и действенных мероприятий по решению данного вопроса предлагается развить в бассейне сеть мобильных рыбоводных предприятий. Озерные водные системы представляют также особый интерес, в том числе и с точки зрения сохранения водных ресурсов. В Хабаровском крае озерные экосистемы имеют большое значение, поскольку служат как в качестве основного источника питьевой воды, так и являются значимым звеном в деле сохранения популяций ценных с хозяйственной точки зрения биологических ресурсов и объектов, занесенных в Красные книги различных уровней. Одним из действенных способов охраны озерного фонда может стать введение их в контролируемый хозяйственный оборот, в том числе путем развития аквакультуры, либо создания особо охраняемых природных территорий.

## Prospects for the use of the basin river and lake fund

E. V. Mlynar<sup>1</sup>, I. E. Khovansky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia, [mlynar@bk.ru](mailto:mlynar@bk.ru)

<sup>2</sup>Socially Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance  
to the Socio-Economic and Cultural Rising of Regions «Rising of Regions», Khabarovsk,  
Russia, [ikhovansky@mail.ru](mailto:ikhovansky@mail.ru)

**Abstract.** Certain negative aspects in basin management are one of the significant problems for integrated water resources management. Recently, more and more attention has been paid by specialists to transboundary or international river basins. The ongoing efforts to preserve the valuable aquatic biological resources of the Amur river basin are clearly not enough. As one of the most reasonable and effective measures to address this issue, it is proposed to develop a network of mobile fish farming enterprises in the basin. Lake water systems are also of particular interest, including from the point of view of water conservation. In the Khabarovsk Territory, lake ecosystems are of great importance, since they serve both as the main source of drinking water and are an important link in the conservation of populations of biological resources and objects listed in the Red Books of various

levels that are valuable from an economic point of view. One of the effective ways to protect the lake fund can be to introduce them into controlled economic circulation, including through the development of aquaculture, or the creation of specially protected natural areas.

Общеизвестно, что отдельные негативные аспекты в бассейновом управлении являются одной из значимых проблем для интегрированного управления водными ресурсами не только в странах Восточной Европы, но и в Азии. В последнее время все большее внимание специалистами уделяется трансграничным или международным речным бассейнам, поскольку с ними тесно связаны проблемы межгосударственного водопользования и загрязнения водотоков [1].

Последнее особо актуально, поскольку в условиях экологического кризиса в мире охрана существующих экосистем в России стала важнейшей задачей общества. Еще с 2016 года экологическая тематика фигурирует в списке государственных приоритетных проектов Российской Федерации. Важной задачей при этом стала постоянная доработка комплекса мероприятий для решения текущих экологических проблем.

На Дальнем Востоке России подобные мероприятия имеют первостепенное значение в свете участившихся негативных происшествий техногенного характера (например, ситуации с выбросом химических отходов в 2005 и бензольным пятном в 2006 годах). Также прямое воздействие, приводящее к ухудшению экологического состояния водных объектов, оказывается золотодобывающей промышленностью. Например, процесс добычи россыпного золота просто невозможен без воды, в связи с чем артели активно пользуются водами в бассейне Амура, забирая их для своих нужд. После использования воды в технологическом цикле она обратно возвращается уже в совершенно ином состоянии. Государство, прекрасно представляя, что данная деятельность может нанести существенный ущерб, разработало ряд мероприятий для его минимизации. В частности, для данного вида деятельности существует лицензирование и, чтобы заниматься золотодобычей, пользователю необходимо получить соответствующие лицензии. Кроме того, пользователь обязан разработать проект своей деятельности, в котором должен быть рассчитан возможный ущерб, наносимый речным экосистемам от его деятельности, и разработан комплекс мероприятий по снижению этого ущерба, включающий в себя компенсационные меры по восстановлению экосистем. Последнее особо актуально, поскольку из-за техногенных процессов, воздействующих на водные объекты, происходит нарушение существующих экологических связей из-за загрязнения мест обитания и сокращения нерестовых площадей некоторых представителей речных биоценозов.

Необходимо отметить, что существенно, кроме возросшего в последнее время интереса к состоянию чистоты водных масс бассейна реки Амур, отмечается тенденция к усилению спроса на базовые биологические ресурсы бассейна, несмотря на значительное сокращение некоторых из них. К таким испытывающим в настоящее время значительный пресс от хозяйственной деятельности следует в первую очередь отнести амурскую кету. Данный вид в последнее время и так находится под значительным прессом рыбопромышленников, в свете же других техногенных процессов, воздействующих на него через сокращение мест нереста, существует вероятность его полного исчезновения. В свете этого, предпринимаемых усилий по сохранению стада этого вида, а также других ценных водных биологических ресурсов, на сегодняшний день явно недостаточно. В качестве одного из самых разумных и действенных мероприятий по решению данного вопроса мы предлагаем развить сеть мобильных рыболовных предприятий в бассейне реки Амур. Подобная сеть, при использовании мобильных технологий по искусственному воспроизводству, является одним из самых действенных способов восстановления природных экосистем и улучшению экологического состояния водных объектов в целом.

Во-первых, возможно восстановить естественную популяцию ценных объектов, используя средства для компенсации ущерба окружающей среде. В настоящее время государственные заводы используют острый дефицит производителей и самостоятельно не только не могут выполнить мероприятия по компенсации ущерба, но и не в состоянии выполнить государственное задание по воспроизводству. В то же время, сеть негосударственных рыбоводных предприятий в силу своей мобильности может поэтапно восстанавливать состояние ресурсов на различных участках в бассейне реки Амур.

Во-вторых, восстановление природных экосистем в целом не только улучшит экологическое состояние водоемов, но и принесет значимый вклад в развитие социальной инфраструктуры. Не секрет, что в настоящее время многие малые поселки испытывают резкий дефицит в рабочих местах. Мобильные рыбоводные предприятия способны создать дополнительные возможности и рабочие места для жителей.

В-третьих, общеизвестно, что люди совершенно по-разному относятся к своему и чужому труду.

Задействование в процессе восстановления ценных объектов местного населения позволит изменить отношение к водным и биологическим ресурсам, а также будет способствовать формированию бережного отношения к природе и повышению экологической грамотности у населения, в первую очередь у молодежи.

В-четвертых, за счет формирования экологической культуры население будет способно занимать активную позицию по отношению к сохранению существующих биогеоценозов, а также участвовать в управлении состоянием речных бассейнов путем создания при мобильных рыбоводных предприятиях опорных пунктов по осуществлению общественного экологического мониторинга.

Озерные водные системы представляют также особый интерес, в том числе и с точки зрения сохранения водных ресурсов. Их состояние и уровень использования во многом зависят от региона. К примеру, в Хабаровском крае озерные экосистемы имеют большое значение, поскольку служат как в качестве основного источника питьевой воды, так и являются значимым звеном в деле сохранения популяций ценных с хозяйственной точки зрения биологических ресурсов и объектов, занесенных в Красные книги различных уровней. Так, озеро Гасси является местом обитания такого редкого вида, как красноухая черепаха, а озера Болонь и Петропавловское служат резервуарами для сохранения численности многих видов рыб.

Однако значимость озерного фонда не ограничивается лишь сохранением животных и растительных экосистем, тесно связанных с водными объектами. Например, озеро Амут, расположенное в пределах уникального природного комплекса горного хребта Мяо-Чан, несмотря на свое относительно низкое видовое обилие, несет значимую социальную нагрузку, являясь поистине одной из уникальных жемчужин Хабаровского края. В связи с этим сложно переоценить необходимость охраны, мониторинговых работ и тщательного контроля за состоянием озерного фонда.

Одним из действенных способов охраны озерного фонда может стать введение их в контролируемый хозяйственный оборот, в том числе путем развития аквакультуры, либо создания особо охраняемых природных территорий. Режимы ООПТ позволяют не только своевременно осуществлять контроль за состоянием водного объекта, но и позволяют организовать благоприятные режимы природопользования. В частности, территории, прилегающие к озерному фонду, могут нести на себе рекреационную нагрузку, создавая при этом значительные благоприятные условия для населения. В перспективе организация отдыха, создание туристических маршрутов и экологических троп способны внести существенный вклад в бюджеты различных уровней, а также создать дополнительные места для отдыха и работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Корытный Л.М., Жерелина И.В. Международные речные и озерные бассейны Азии: конфликты, пути сотрудничества // География и природные ресурсы. 2010. № 2. С. 11–19.*

## ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ ISSUES RELATED TO THE CONSERVATION OF LAKE BAIKAL

### Стойкие синтетические поверхностно-активные вещества — приоритетные загрязнители водных экосистем. притоки как основной источник загрязнения озера Байкал синтетическими поверхностно-активными веществами

А. А. Никонова, Е. В. Суханова, Е. А. Зименс, В. А. Оболкин

*ФГБУН «Лимнологический институт  
Сибирского отделения Российской академии наук», Иркутск, Россия, alenaxis@list.ru*

**Аннотация.** Описана разработка способов анализа анионных синтетических поверхностно-активных веществ в экосистеме озера Байкал и его притоков. Приведена оценка современного состояния озера Байкал в условиях длительной антропогенной нагрузки.

### Persistent synthetic surfactants as priority pollutants of aquatic ecosystems. tributaries as the main source of pollution of lake Baikal with synthetic surfactants

Nikonova A. A., Sukhanova E. V., Zimens E. A., Obolkin V. A.

*Limnological Institute of the Siberian Branch of the  
Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia, alenaxis@list.ru*

**Abstract.** The development of methods for the analysis of anionic synthetic surfactants in the ecosystem of Lake Baikal and its tributaries is described. An assessment of the current state of Lake Baikal under conditions of long-term anthropogenic load is given.

#### Введение

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) представляют собой органические дифильные соединения, состоящие из полярной функциональной группы и неполярного углеводородного радикала. ПАВ снижают межфазное натяжение на границе раздела фаз. Анионные синтетические ПАВ (АСПАВ) наиболее широко используются в составе мыл, моющих средств, стиральных порошков, в легкой промышленности. Бюджет России на 60 % формируется за счет добычи, сбыта и переработки углеводородного сырья. При этом начальные запасы большинства крупных месторождений нефти и газа выработаны до 60–90 %. С целью повышения коэффициента нефтеизвлечения на современном этапе в нефтегазовом комплексе широко используют АСПАВ [1; 2].

По причине широкого применения АСПАВ отнесены к макрозагрязнителям окружающей среды. К наиболее распространенным АСПАВ относят алкилсульфаты и алкилбензолсульфонаты натрия (рис. 1). На долю последних приходится до 80 масс. % мирового производства АСПАВ. Их промышленный синтез начат в 1964 г. сначала в форме разветвленных, а позже — в форме линейных алкилбензолсульфонатов [3].

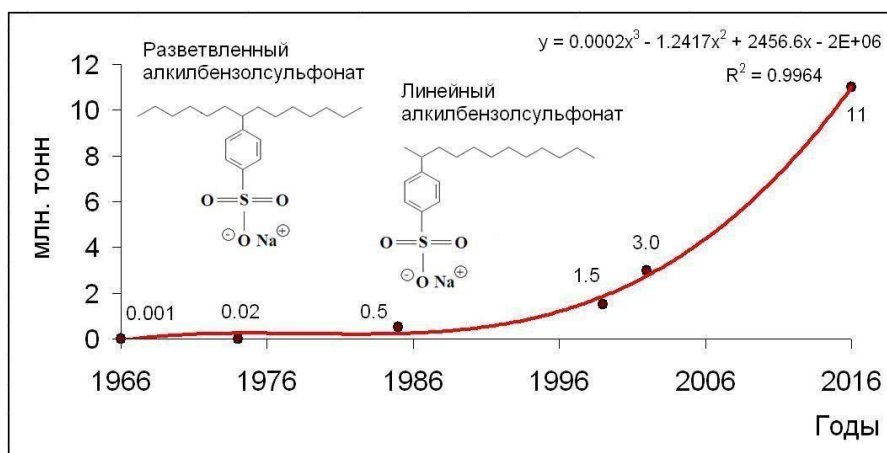


Рисунок 1. Мировое производство алкилбензолсульфоната

Алкилбензолсульфонаты среди прочих ПАВ обладают наибольшей токсичностью, отнесены к классу опасных веществ согласно Программе ООН по окружающей среде [4] и к классу особо опасных веществ для уникальной экологической системы озера Байкал [5], являющегося объектом Всемирного природного наследия ЮНЕСКО.

Озеро Байкал является самым глубоким (1 642 м) и древним (20–25 млн лет) пресноводным водоемом в Восточной Сибири, содержащим 23 615,39 км<sup>3</sup> ультрапресной воды. Площадь озера составляет 32 822 км<sup>2</sup>, из которых большая часть приходится на пелагиаль, в то время как литораль занимает не более 3 %. Но именно литораль сосредотачивает в себе максимальное биоразнообразие видов и подвергается максимальному неблагоприятному воздействию человека. Так, с 2000 г. отмечены изменения в составе прибрежного фитопланктона и бурное развитие нехарактерных зеленых водорослей, с 2011 г. отмечена массовая гибель губок, окислительный стресс байкальских диатомовых водорослей. Найдены высокие уровни АСПАВ в сточной воде комбината по очистке стоков (КОС) г. Северобайкальска и в воде р. Тья — притока оз. Байкал. Впервые установлено наличие АСПАВ в озере Байкал [6].

На сегодняшний день экологическому мониторингу АСПАВ уделено слишком мало внимания, несмотря на негативное влияние даже низких концентраций ( $\leq 20$  мкг/дм<sup>3</sup>) алкилбензолсульфоната на гидробионты [7; 8]. Мало изучены устойчивость и механизмы воздействия данных экотоксикантов. Глубокое понимание процессов, происходящих в экосистемах, необходимо для принятия мер и усилий, направленных на снижение антропогенной нагрузки водоемов и водотоков и сохранение уникальных экосистем.

В связи с этим целью настоящего исследования являлась разработка способов анализа АСПАВ в экосистеме Байкал и его притоков, а также оценка современного состояния озера Байкал в условиях длительной антропогенной нагрузки.

### Экспериментальная часть

**Отбор проб** поверхностной воды ( $\leq 0,5$  м) в озере Байкал в районах впадения притоков проводили в 2019, 2020 гг. Сточную воду с КОС г. Северобайкальска и воду в устье р. Тья отбирали в сентябре 2019 г. Воду из устьев рек Банный ручей, Сенная, Крестовка, М. Черемшанка, Б. Черемшанка отбирали в 2021 г. ( $n \sim 250$ ).

**Анализ АСПАВ методами спектрофотометрии и газовой хроматографии.** Две формы АСПАВ — растворенные в пробах воды ( $50 \text{ см}^3$ ) и сорбированные на частицах взвеси и планктона, экстрагировали в комплексе с метиленовым синим (МС) хлороформом ( $5 \text{ см}^3$ ). Перед экстракцией к пробам добавляли  $5 \text{ см}^3$  фосфатного буферного раствора с  $\text{pH} \sim 10$  и  $2,5 \text{ см}^3$  МС ( $C = 0,35 \text{ г/дм}^3$ ). Экстракт промывали  $50 \text{ мл}$  дистиллированной воды с добавкой  $2,5 \text{ см}^3$  кислого раствора МС ( $C = 0,35 \text{ г/дм}^3$ ,  $\text{pH} \sim 2$ ). Декантировали. Воду из экстрактов вымораживали. АСПАВ анализировали на спектрофотометре Cintra 20 (GBC Scientific Equipment Ltd., Австралия) при  $\lambda_{\text{max}} = 651,5 \text{ нм}$  по методу внешнего стандарта с использованием ГСО 8578-2004 состава алкилбензолсульфонат натрия.

Подтверждение состава АСПАВ в пробах проводили с использованием метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием при ионизации аналитов электронным ударом и регистрации сигнала с использованием классического квадрупольного анализатора. Пробы воды объемом  $300\text{--}500 \text{ см}^3$  подкисляли раствором  $\text{HCl}$  до  $\text{pH} \sim 2$ . АСПАВ экстрагировали  $20 \text{ мл}$   $\text{CHCl}_2$  дважды (полнота экстракции  $\geq 92 \%$ ). Экстракты концентрировали на роторном испарителе и далее в токе аргона досуха. Алкилбензолсульфонаты натрия из сухого остатка метилировали метанолом в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Полученные метиловые эфиры алкилбензолсульфоокислот экстрагировали *n*-гексаном и анализировали на хромато-масс-спектрометре GC6890, MSD5973N (Agilent, США) с колонкой Rxi®-5Sil MS ( $30 \text{ м}$ ,  $0,25 \text{ мм ID}$ ,  $0,25 \text{ мкм}$ , Restek, США). Детектировали пики молекулярных ионов изомеров алкилбензолсульфоната с длиной алкильной цепи от 2 до 20 атомов углерода. Для доминирующих гомологов C10, C11, C12, C13 значения  $m/z$  были 312, 326, 340, 354 соответственно. Подтверждающий ион для всех групп гомологов с  $m/z$  199. Идентификацию изомеров алкилбензолсульфонатов проводили с использованием двух параметров: (1) времен удерживания  $t_R$ , сравнивая значения со стандартными, полученными для изомеров смеси ГСО 8578-2004; (2) масс-спектров идентифицируемых соединений, сравнивая их со стандартными, помещенными в библиотеке масс-спектров NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library (v. 2.2, June 10, 2014).

**Оценка устойчивости АСПАВ в байкальской воде.** Устойчивость АСПАВ в байкальской воде при  $3^\circ\text{C}$  оценивали в течение шести месяцев с момента отбора проб ( $n = 12$ ). Проводили микробиологические исследования с подсчетом общей численности микроорганизмов и подсчетом численности органотрофных бактерий с использованием эпифлуоресцентного микроскопа AxioImager M1 (CarlZeiss, Германия) при увеличении  $\times 100$ . Клетки окрашивали 4'-диамидин-2-фенилиндолом ( $n = 65$ ) гидрохлоридом.

**Оценка токсичности АСПАВ на животных и одноклеточные водоросли.** Токсическое воздействие АСПАВ на байкальских беспозвоночных животных (пресноводные губки) *Lubomirskia baicalensis* и на одноклеточные симбиотические зеленые водоросли *Chlorella* sp. проводили *in vitro* в условиях моделирования водной среды оз. Байкал. Контролировали содержание кислорода ( $10\text{--}20 \text{ мг/дм}^3$ ),  $\text{pH}$ , ( $7,66\text{--}8,02$ ) освещенность ( $2 \text{ Лк}$  в диапазоне  $500\text{--}600 \text{ нм}$ ), температуру ( $8^\circ\text{C}$ ), состав воды (байкальская поверхностная, отобранная в пелагической зоне озера на расстоянии  $1 \text{ км}$  от берега и в тот же день добавленная в аквариум + байкальская глубинная бутылированная вода с глубины  $400 \text{ м}$ ), режим кормления (сетный зоопланктон размером до  $100 \text{ мкм}$  массой  $\sim 0,2 \text{ г}$  1 раз в неделю), состав жирных кислот байкальской губки, наличие или отсутствие окислительного стресса по маркеру малоновый диальдегид и по составу полиненасыщенных жирных кислот, долю живых и мертвых клеток. Проводили контрольные эксперименты. Воздействующими веществами были растворы алкилбензолсульфоната натрия (ГСО 8578-2004) с концентрациями  $10$  и  $20 \text{ мкг/дм}^3$ . Численность живых и мертвых эукариотических клеток считали с использованием метиленового синего на микроскопе Axiovert (Carl Zeiss, Германия)  $\times 100$  с масляной иммерсией ( $n = 11$ ).

## Результаты и обсуждение

Предложен способ оценки состояния экосистемы озера Байкал с использованием комплексной стратегии, включающей анализ АСПАВ в воде озера и его притоков с использованием физико-химических методов анализа (спектрофотометрия, ГХ-МС), а также оценку токсичности данных соединений на байкальские организмы. Представлена методика определения АСПАВ в пресной воде с минерализацией  $< 200 \text{ мг/дм}^3$  фотометрическим методом с метиленовым синим. Методика позволяет определять АСПАВ на низком уровне концентраций  $3,0\text{--}30 \text{ мкг/дм}^3$ , отличается экологичностью и надежностью ( $Sr \leq 12 \%$ ). Качественный состав АСПАВ в пробах согласно анализу методом ГХ-МС, представлен, главным образом, гомологами линейных алкилбензолсульфонатов натрия с длиной цепи от C10 до C13. Кроме того найдены гомологи с длиной цепи от 3 до 20 атомов углерода в молекуле. Оценены уровни АСПАВ в воде озера Байкал и его притоков (табл. 1).

Таблица 1

### Средняя концентрация АСПАВ (Сср.) в воде, отобранной в устьях притоков, и в поверхностной воде озера (глубина $< 0,5 \text{ м}$ ) напротив устьев

№ п/п.	Район и время отбора проб	Сср., мкг/л
1	Р. Банный ручей (апрель 2021)	$14,8 \pm 1,8$
2	Р. Крестовка (апрель 2021)	$74,5 \pm 9,0$
3	Р. Сенная (апрель 2021)	$30,1 \pm 3,7$
4	Оз. Байкал, 10 м от устья р. Сенная (апрель 2021)	$24,7 \pm 3,0$
5	Оз. Байкал, 100 м от устья р. Сенная (апрель 2021)	$5,8 \pm 0,7$
6	Оз. Байкал, 1 000 м от устья р. Сенная (апрель 2021)	$4,3 \pm 0,5$
7	Р. Большая Черемшанка (апрель 2021)	$12,6 \pm 1,5$
8	Р. Малая Черемшанка (апрель 2021)	$8,1 \pm 1,0$
9	Стоки с КОС г. Северобайкальска (сентябрь 2019)	$170 \pm 20$
10	Р. Тья (сентябрь 2019)	$40 \pm 5,0$
11	Оз. Байкал, 6 000 м от устья р. Селенга (сентябрь 2019)	$15,9 \pm 2,0$
12	Оз. Байкал, 6 000 м от устья р. Селенга (сентябрь 2020)	$5,1 \pm 0,6$
13	Оз. Байкал, 53 прибрежных станции (весна, осень 2019–2021)	от $3,0 \pm 0,4$ до $29,2 \pm 3,5$

Представленные данные свидетельствуют об интенсивном загрязнении рек-притоков Байкала и самого озера синтетическими ПАВ. Только с водами р. Тья при среднегодовом расходе воды  $38,8 \text{ м}^3/\text{с}$  при Сср.  $40 \text{ мкг/л}$  в озеро может поступать  $\sim 2,1$  тонны АСПАВ ежегодно. Таким образом, за период с 1980 г., в озеро могло поступить  $\sim 80$  тонн сульфанола, что соответствует рассчитанному среднему уровню АСПАВ в озере.

Нами показана устойчивость в природных пробах байкальской воды изомеров алкилбензолсульфоната. За период шесть месяцев не найдено убыли концентрации данных соединений в пробах. Согласно литературным данным их крайне медленная биodeградация возможна лишь в условиях активных илов с доступом кислорода при высокой численности органотрофов от  $0,29 \cdot 10^6$  до  $12 \cdot 10^6$  КОЕ.

В поверхностной воде озера Байкал отмечена крайне низкая численность органотрофов — от  $0,0025 \cdot 10^6$  до  $0,0085 \cdot 10^6$  КОЕ (по данным 2020 г.), которая снижается с увеличением глубины. Этого недостаточно для биodeградации АСПАВ в Байкале. В связи с устойчивостью и медленным разложением, а также по причине высокой токсичности, способности накапливаться в гидробионтах, алкилбензолсульфонаты и иные АСПАВ отнесены к категории веществ «особо опасные» для уникальной экологической системы озера Байкал [5]. Особая опасность данных соединений для озера объясняется и тем, что вода озера содержит низкие концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  ( $15,2 \text{ мг/дм}^3$ ) и  $\text{Mg}^{2+}$  ( $3,1 \text{ мг/дм}^3$ ), которые способствуют осаждению АСПАВ. Захоронение АСПАВ в донных осадках мало вероятно, учитывая крайне низкую скорость осадконакопления в глубоководной части озера  $\sim 4,2\text{--}16 \text{ см/1 000 лет}$ . Байкал относится к холодноводным олиготрофным бассейнам с относительно низкой биопродуктивностью. Роль организмов в общем процессе осадконакопления составляет

~14,3 % от годового количества поступающего в озеро осадочного материала. На протяжении восьми месяцев в году с ноября по июнь температура воды не поднимается выше 5°C, что существенно ингибирует и так низкую скорость биodeградации изомеров, которые способны подвергаться биodeградации. Таким образом, единожды попав в Байкал, данные соединения практически не биodeградируют, циркулируя в водной толще.

В экспериментах *in situ* и *in vitro* нами впервые показано острое и хроническое воздействие низких концентраций алкилбензолсульфонатов (20 и 10 мкг/л соответственно) на байкальские губки *Lubomirskia baikalensis* и зеленые водоросли *Chlorella* sp. Острая токсичность при воздействии алкилбензолсульфонатов в концентрации 20 мкг/дм<sup>3</sup> проявлялась в 100%-й гибели организмов в течение 3 суток. Окислительный стресс на клеточном уровне при воздействии АСПАВ (10 мкг/дм<sup>3</sup>) в течение двух недель подтверждался возникновением в губках малонового диальдегида (0,16±2,0 мг/г сухой массы губок). Токсичность по отношению к одноклеточным водорослям (царство растений) и многоклеточным беспозвоночным животным (царство животных) вызывает чрезвычайное опасение за сохранность уникального пресноводного озера, сосредотачивающего в себе 1/5 мировых запасов поверхностных пресных вод. Дальнейший сброс АСПАВ в притоки Байкала без предварительной надлежащей очистки сточных вод на протяжении последующих 10–15 лет может привести к полной гибели байкальских губок, ряда других организмов и к полному эвтрофированию экосистемы.

*Исследование выполнено в рамках гос. задания Мин. науки и высшего образования РФ № 0279-2021-0005 «Исследование трансформации водоемов и водотоков Восточной Сибири в сезонных и долговременных аспектах...» с использованием уникальной научной установки «Подводный аквариальный комплекс» УНУ ПАК ЛИИ СО РАН.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ceraulo L., Giorgi G., Liverdi V.T., et al. (2011) Mass spectrometry of surfactant aggregates. Review. *European Journal of Mass Spectrometry*. 17:525–541.
2. Петров Н.А., Юрьев В.М., Хусаева А.И. (2008) Синтез анионных и катионных ПАВ для применения в нефтяной промышленности. Учеб. пособие. УГНТУ, Уфа. 54 с.
3. Britton L.N. (1998) Surfactants and the environment. *J. of Surfactants and Detergents*. 1(1): 109–117.
4. Linear alkylbenzene sulfonates (2005). *SIDS Initial Assessment Report for 20th SIAM*. UNEP Publications, Paris, France. 357 p.
5. Приказ № 83 от 21.02.2020. Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных...». Министерство природных ресурсов и экологии РФ.
6. Nikonova A.A., Shishlyannikov S.M., Volokitina N.A. et al. (2022) Fatty Acid Changes in Nearshore Phytoplankton under Anthropogenic Impact as a Biodiversity Risk Factor for the World's Deepest Lake Baikal. *Diversity*. 14(1):55.
7. Lewis A.M. (1991) Chronic and sublethal toxicities of surfactants to aquatic animals: a review and risk assessment. *Wat. Res.* 25(1): 101–113.
8. Jorgensen E., Christoffersen K. (2000) Short-term effects of linear alkylbenzene sulfonate on freshwater Plankton studied under field conditions *Env. Toxicol. Chem.* 19(4): 904–911.

## Видовой состав и динамика численности коловраток в пелагиали южного Байкала в слое 0–50 м в 2020 г.

О. О. Русановская, С. В. Шимараева, Е. А. Зилов

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный  
университет», Иркутск, Россия, rusanovskaya-o.o@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрен видовой состав и динамика численности коловраток в пелагиали Южного Байкала в слое 0–50 м в 2020 г. Выявлено, что среднегодовая общая численность зоопланктона в слое 0–50 м составила  $1\,662,58 \pm 485,29$  тыс. экз./м<sup>2</sup>. Наибольший вклад в численность зоопланктона внесли коловратки — более 57 % ( $723,81 \pm 114,24$  тыс. экз./м<sup>2</sup>) с доминированием круглогодичного комплекса. Также отмечается вспышка развития зимне-весенних коловраток, снижается количество летне-осенних видов. Видовой состав коловраток представлен 25 видами. Доля эпишуры составила 39 % ( $489,3 \pm 62,71$  тыс. экз./м<sup>2</sup>). Виды *C. colensis* ( $25,69 \pm 13,01$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), *H. inopinata* ( $0,95 \pm 1,80$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), *B. longirostris* ( $12,22 \pm 8,7$  тыс. экз./м<sup>2</sup>) и *D. galeata* ( $0,20 \pm 0,5$  тыс. экз./м<sup>2</sup>) дают около 4 % от общей численности зоопланктона.

## Species composition and dynamics of the number of rotifers in the pelagial of southern baikal in the 0–50 m layer in 2020

O. O. Rusanovskaya, S. V. Shimaraeva, E. A. Silov

*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia, rusanovskaya-o.o@mail.ru*

**Abstract.** The paper considers the species composition and the dynamics of the number of rotifers in the pelagial of Southern Baikal in a layer of 0–50 m in 2020. It was revealed that the average annual total number of zooplankton in the 0–50 m layer was  $1\,662,58 \pm 485,29$  thousand ins/m<sup>2</sup>. Rotifers made the greatest contribution to the number of zooplankton — more than 57 % ( $723,81 \pm 114,24$  thousand ins/m<sup>2</sup>) with the dominance of the year-round complex. There is also an outbreak of the development of winter-spring rotifers, the number of summer-autumn species is decreasing. The species composition of rotifers is represented by 25 species. The share of the plot was 39 % ( $489,3 \pm 62,71$  thousand ins/m<sup>2</sup>). Species *C. colensis* ( $25,69 \pm 13,01$  thousand ins/m<sup>2</sup>), *H. inopinata* ( $0,95 \pm 1,80$  thousand ins/m<sup>2</sup>), *B. longirostris* ( $12,22 \pm 8,7$  thousand ins/m<sup>2</sup>) and *D. galeata* ( $0,20 \pm 0,5$  thousand ins/m<sup>2</sup>) account for about 4 % of the total zooplankton.

Озеро Байкал — уникальный природный объект с высоким уровнем эндемизма, своеобразной структурой экосистемы, включенный в список участков мирового наследия ЮНЕСКО. Байкал является не только хранилищем половины доступных человечеству запасов жидкой пресной воды, годной для питья, но и естественной фабрикой ее воспроизводства, за которое ответственна именно биота озера, в частности, пелагическое сообщество. В котором по биомассе абсолютно доминирует раковый зоопланктон, но по численности (до 30 % и

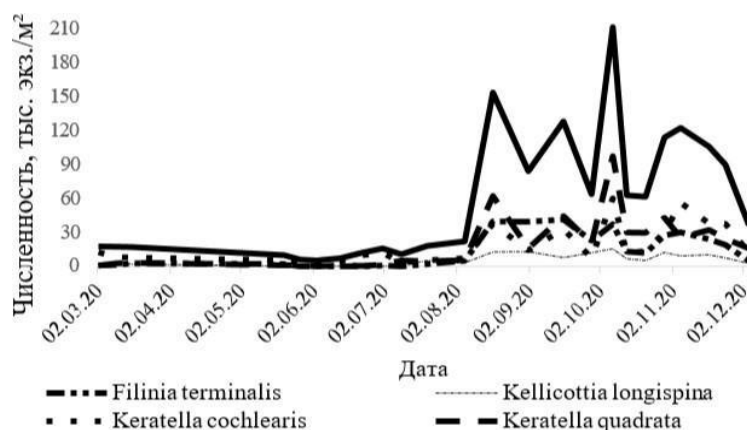
более) существенную роль играют коловратки [1–3]. Коловратки широко используются как виды-индикаторы для определения качества воды [4; 5]. Благодаря своим небольшим размерам и способности быстро наращивать численность они являются одним из наиболее чувствительных компонентов водных экосистем, способным быстро реагировать на изменение экологических условий. Количество коловраток в некоторых водоемах может достигать 60–90 % от общей численности зоопланктона, а в условиях, загрязненных или эвтрофных водоемов ими создается основная доля вторичной продукции [6].

Материалом для исследования послужили данные круглогодичных, еженедельных (за исключением времени ледостава и вскрытия ото льда) сборов проб сетного зоопланктона за 2020 год. Станция отбора проб (Точка № 1) располагается в открытой части Южного Байкала, на расстоянии 2,7 км от берега (51°52'48" с.ш.; 105°05'02" в.д.) над глубиной около 800 м против биостанции НИИ биологии ФГБОУ ВО «ИГУ» (пос. Большие Коты) [3]. Орудием лова служила планктонная сеть Джели с диаметром входного отверстия 37,5 см, размером ячеей 0,099 мм [7]. Облавливали слой 0–50 по следующим фракциям: 50–25, 25–10, 10–0 м. Камеральную обработку проводили по стандартным методикам [8]. При определении видов использовали определители пелагиобионтов Байкала [9]. Суммарную численность вида оценивали в тыс. экз./м<sup>2</sup>.

В 2020 г. среднегодовая численность зоопланктона в слое 0–50 м составила 1 662,58 ± 485,29 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Наибольший вклад в численность зоопланктона внесли коловратки — более 57 % (723,81 ± 114,24 тыс. экз./м<sup>2</sup>) с доминированием круглогодичного комплекса. Доля эпишуры составила 39 % (489,3 ± 62,71 тыс. экз./м<sup>2</sup>). Виды *C. colensis* (25,69 ± 13,01 тыс. экз./м<sup>2</sup>), *H. inopinata* (0,95 ± 1,80 тыс. экз./м<sup>2</sup>), *B. longirostris* (12,22 ± 8,7 тыс. экз./м<sup>2</sup>) и *D. galeata* (0,20 ± 0,5 тыс. экз./м<sup>2</sup>) дают около 4 % от общей численности зоопланктона.

В комплексе планктонных коловраток озера Байкал традиционно выделяют три группы — круглогодичные, зимне-весенние (подледные) и летне-осенние коловратки [9; 10]. Видовой состав в 2020 г. представлен 25 видами.

Наибольший вклад в общую численность зоопланктона внесли коловратки круглогодичного комплекса (рис. 1) со среднегодовой численностью 305,02 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Пик численности приходится на летне-осенний период с максимальными средними показателями в начале октября (211,85 тыс. экз./м<sup>2</sup>). Минимальные средние значения зафиксированы в начале июня (5,47 экз./м<sup>2</sup>). Доминирующее положение в комплексе принадлежит *Keratella quadrata* и *Keratella cochlearis*.



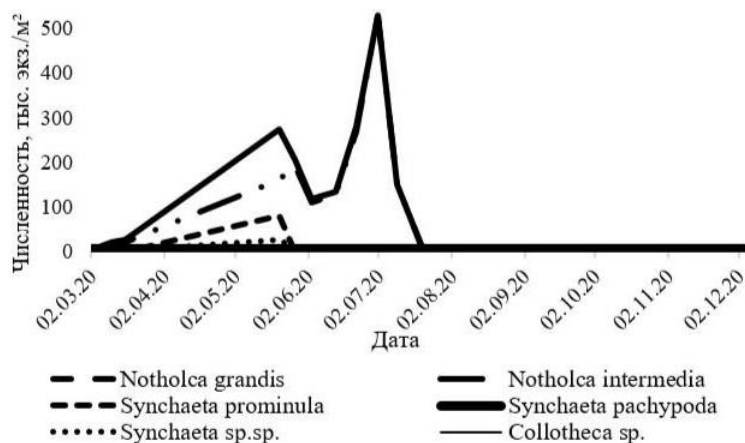
**Рисунок 1.** Динамика численности круглогодичного комплекса коловраток за 2020 г. в пелагиали Южного Байкала в слое 0–50 м

При детальном изучении видового состава коловраток доминирующее положение принадлежит *K. quadrata* (97,58 тыс. экз./м<sup>2</sup>). В динамике численности выявлено четыре пика, совпадающих по времени с пиками всего круглогодичного комплекса. Максимальные средние

показатели приходится на позднее лето (97,58 тыс. экз./м<sup>2</sup>), минимальные (0,83 тыс. экз./м<sup>2</sup>) на начало июня. Вид особо малочисленен с марта по конец июля. Пики развития *K. cochlearis* совпадают с пиками развития *K. quadrata*. Вид отличается меньши-и средними показателями численности и также занимает доминирующее положение в круглогодичном комплексе. Вид *K. longispina* встречается на протяжении всего года, но отличается минимальными средними показателями численности. По сравнению с 2019 г. [2] численность *F. terminalis* уменьшилась, в первой половине июня вид встречается в очень малых количествах (59,60 тыс. экз./м<sup>2</sup>). Из состава зоопланктона выпадает весной (с конца марта по начало июня и со второй половины июня до середины июля).

Зимне-весенний комплекс (рис. 2) представлен 6 видами: *S. pachypoda*, *Collotheca sp.*, *Synchaeta sp.sp.*, *N. intermedia*, *N. grandis*, *S. prominula*. Среднегодовая численность составила — 235,01 тыс. экз./м<sup>2</sup>. По этим показателям зимне-весенние коловратки уступают круглогодичным. Доминирующее положение занимают *N. intermedia* и *prominula*. В ходе развития *N. intermedia* выявлено, что максимум развития приходится на позднюю весну. Также отмечено, что в планктоне данный вид встречается не только в характерный для зимне-весеннего комплекса коловраток сезон, т. е. с декабря по июнь — июль, но и в позднее лето (август, сентябрь). Именно такая картина наблюдается в 2020 г., развитие вида происходит вплоть до позднего лета.

Вторым по показателям средней численности является *S. prominula*. В последние несколько лет данный вид в пелагиали не встречался, так как больше характерен для планктона литоральной зоны. Пик его развития приходится на позднюю весну (79,4 тыс. экз./м<sup>2</sup>). Малочисленными видами в группе является *S. pachypoda*, *Collotheca sp.*, *Synchaeta sp.sp.*, *N. grandis*. Количество коловраток данного комплекса от зимне-весеннего периода к летнему уменьшается, а численность круглогодичных — увеличивается. По сравнению с 2019 г. [2] наблюдается увеличение численности данного комплекса в 117 раз за счет подледных эндемичных видов.



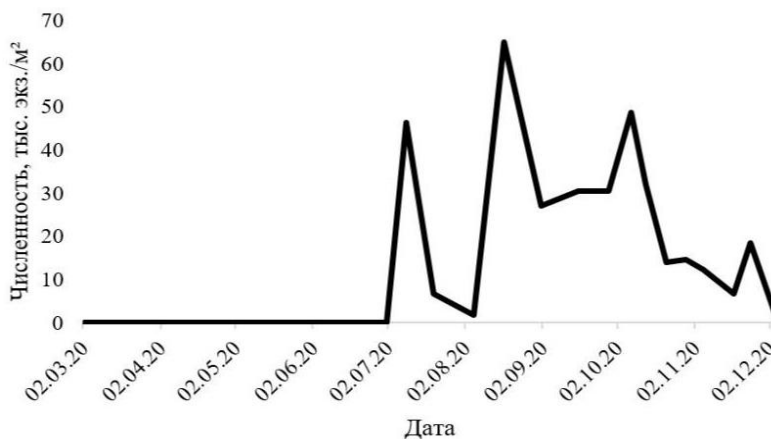
**Рисунок 2.** Динамика численности комплекса зимне-весенних коловраток за 2020 г. в пелагиали Южного Байкала в слое 0–50 м

В составе летне-осеннего комплекса коловраток выявлено 15 видов со среднегодовой численностью 183,77 тыс. экз./м<sup>2</sup>. В динамике численности выделяется три ярко выраженных пика (рис. 3) с максимальными средними показателями, зарегистрированными (65,01 тыс. экз./м<sup>2</sup>) в летний период (сентябрь).

В отношении максимальных средних показателей численности *S. stylata* занимает ведущее место — 854,82 тыс. экз./м<sup>2</sup> (47,5 %). К преобладающим видам также относятся: *Synchaeta sp.* — 15,4 %, *Collotheca mutabilis* — 11,11 %, *Polyarthra sp.* — 9,05 %. Наиболее часто виды встречались в планктоне в период позднего лета. Оставшиеся 11 видов встречались единично, либо в течение всего летнего периода, но не характеризовались высокими

показателями численности. В целом, пик численности всех голарктических видов приходится на сентябрь-октябрь и затем идет на спад.

Зоопланктонное сообщество в 2020 г. представлено, как обычно, рачками (копеподами и кладоцерами) и коловратками. По среднегодовым значениям численности зоопланктона выявлено, что доминирующее положение принадлежит коловраткам, которые и составляют большую часть комплекса. Максимальные показатели зарегистрированы для круглогодичных видов. Наблюдается вспышка развития зимне-весенних коловраток, численность летне-осенних видов снижается.



**Рисунок 3.** Динамика численности комплекса летне-осенних коловраток за 2020 г. в пелагиали Южного Байкала в слое 0–50 м

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ (FZZE-2020-0023) и Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Т.М. Состояние зоопланктона в пелагиали Южного Байкала в 2019 г. / Т.М. Алексеева, А.А. Демидова, Р.С. Кривороткин, О.О. Русановская, С.В. Шимараева, Е.А. Зилов // *Материалы IV всеросс. конференции с междунар. участием «Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии», Улан-Удэ, 15–18 июня 2021 г. Улан-Удэ, 2021. С. 16–19.*
2. Демидова, А.А. Динамика численности сезонных групп коловраток в пелагиали Южного Байкала в слое 0–50 м в 2017–2019 гг. / Демидова А.А., Алексеева Т.М., Кривороткин Р.С., Русановская О.О., Шимараева С.В., Зилов Е.А. // *Биология водных экосистем в XXI веке: факты, гипотезы, тенденции: тезисы докладов Всероссийской конференции, посвященной 65-летию Института биологии внутренних вод имени И.Д. Папанина Российской академии наук: сборник / Ин-т биологии внутр. вод имени И.Д. Папанина РАН, Борок, 22–26 ноября 2021 г. — Ярославль: Филигрань, 2021. — С. 159.*
3. “Point No. 1”. Long Term Ecological Monitoring of Lake Baikal // <http://www.bioinstitute.ru/monitoring/eng/>.
4. Ковалева О.В. Многолетняя динамика показателей зоопланктона и качества воды малой реки, подверженной влиянию сточных вод / О.В. Ковалева // *Вестник МДПУ имя И.П. Шамякина. № 1(47), 2016. — с. 28–34.*

5. *Segers H. Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater // Hydrobiologia. 2008. Vol. 595. P. 49–59.*
6. *Алимов, А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2000. 147 с.*
7. *Кожов М.М. Биология озера Байкал. М., 1962. 315 с.*
8. *Кожова О.М., Мельник Н.Г. Инструкция по обработке проб планктона счетным методом. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1978. 50 с.*
9. *Атлас и определитель пелагиобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) / О.А. Тимошкин, Г.Ф. Мазепова, Н.Г. Мельник [и др.]; ред. О.А. Тимошкин. — Новосибирск: Наука, 1995. — 694 с.*
10. *Кожов М.М. Становление и пути эволюции фауны озера Байкал // Проблемы эволюции. — Новосибирск, 1973. — Т. 3. — С. 5–30.*

## О ледовых явлениях рек северного макросклона хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье)

О. Д. Ермакова

*Байкальский государственный заповедник, п. Танхой, Россия, olerm@list.ru*

**Аннотация.** Представлены сведения о многолетней динамике ледовых явлений на реках Южного Прибайкалья. Проведен статистический анализ данных.

## On ice phenomena of the rivers of the northern macroslope of the Khamar-Daban ridge (Southern Baikal)

O. D. Ermakova

*Baikal State Natural Biosphere Reserve, Tankhoi v., Russia, olerm@list.ru*

**Abstract.** Materials on the long-term dynamics of river ice phenomena in the Southern Baikal region are presented. Statistical analysis of data has been carried out.

В заповеднике в рамках ежегодного научного отчета («Летопись природы») фиксируются сроки наступления различных фенологических явлений природного комплекса северного макросклона хребта Хамар-Дабан [1]. В настоящей работе рассматриваются даты наступления следующих фенологических явлений: первые забереги на реках; ледостав на реках; начало вскрытия рек. Наблюдения в течение 1972–2020 гг. проводились в охранной зоне заповедника на устьевых участках рек, впадающих в озеро Байкал, между реками Мишиха и Выдриная (Кабанский район республики Бурятия). Кроме того, использовались данные метеостанции «Танхой».

Статистическая обработка данных проводилась согласно общепринятым рекомендациям [2] посредством компьютерной программы *Microsoft Excel*. При статистической обработке дат наступления фенологических явлений использовался метод перевода календарных дат в непрерывный ряд, предложенный Г.Н. Зайцевым [3], когда началом фенологического года считается первое марта. Прилагаемые рисунки построены с учетом этого метода.

Степень зависимости между датами наступления ледовых явлений и датами установления пороговых (0, 5, 10°C) температур воздуха оценивалась в соответствии с величиной коэффициента корреляции [4].

Для данных статистических выборок коэффициент корреляции ( $r$ ) при уровне значимости ( $P$ ) = 0,05 достоверен, если он не ниже 0,30–0,39; а при уровне значимости ( $P$ ) = 0,01 достоверен, если он не ниже 0,37–0,42.

Ниже (табл. 1) представлены результаты статистической обработки дат наступления ледовых явлений на устьевых участках рек.

Таблица 1

**Статистические характеристики дат наступления ледовых явлений на устьевых участках рек**

n	$\bar{X}$ дата		$X_{\min}$ дата		$X_{\max}$ дата		$\sigma^2$	$\sigma$	V, %	$S\bar{x}$
	календарная	по зайцеву	календарная	по зайцеву	календарная	по зайцеву				
1	2		3		4		5	6	7	8
Первые забереги 1974–2020 гг.										
41	27,10	241	6,10	220	14,11	259	65,678	8,104	3,3	1,26
Ледостав 1974–2020 гг.										
44	29,11	274	1,11	246	15,01	321	258,022	16,063	5,8	2,42
Начало вскрытия 1972–2020 гг.										
49	9,04	40	14,03	14	27,04	58	96,189	9,807	24,3	1,40

Примечание: 1 — объем совокупности; 2 — среднее арифметическое значение; 3 — минимальное значение; 4 — максимальное значение; 5 — средний квадрат отклонений показателя от среднего арифметического; 6 — среднее квадратическое отклонение (или стандартное отклонение); 7 — коэффициент вариации; 8 — ошибка среднего арифметического

С учетом общепринятых рекомендаций [5], даты ледовых явлений осенне-зимнего сезона характеризуются слабой изменчивостью (V, % менее 10), а даты весеннего ледового явления — средней (V, % = 10–25).

Согласно полученным линиям тренда (рис. 1–3), к настоящему времени забереги и ледостав на реках показывают тенденцию к более позднему наступлению; а вскрытие рек — к более раннему.

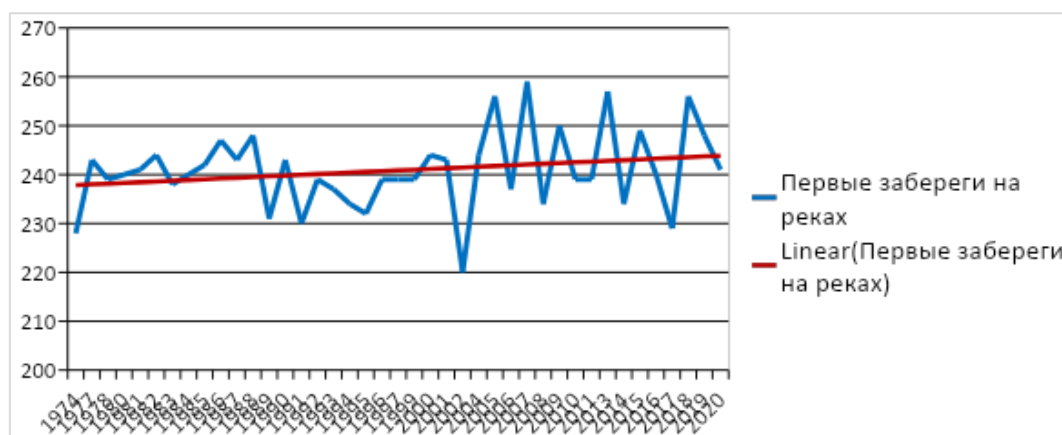


Рисунок 1. Первые забереги на реках. 1974–2020 гг.

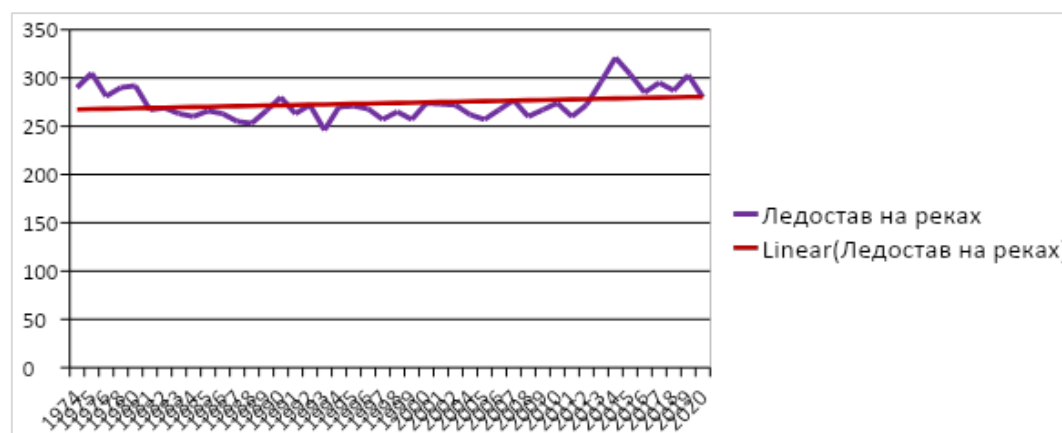


Рисунок 2. Ледостав на реках. 1974–2020 гг.

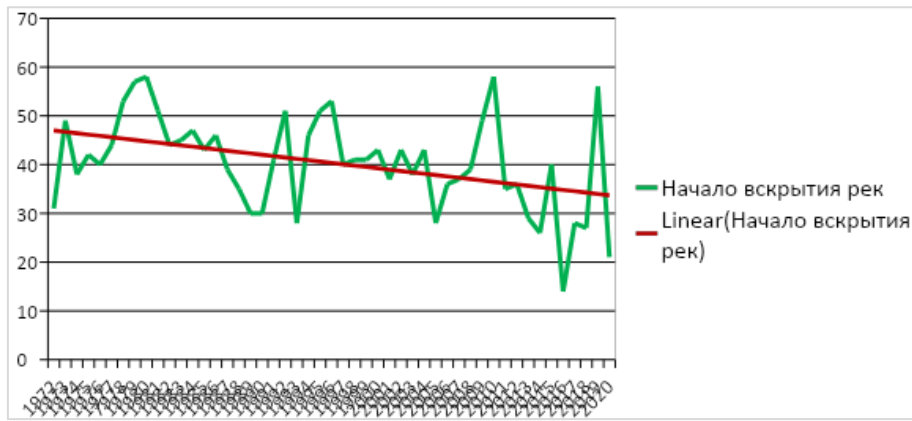


Рисунок 3. Начало вскрытия рек. 1972–2020 гг.

Проведенный корреляционный анализ (рис. 4–6) показал явную зависимость прохождения ледовых явлений на реках от режима установления пороговых (0, 5, 10°C) температур воздуха. Выявленная корреляционная связь характеризуется как достоверная тесная прямая. Это значит, что чем позднее осуществляются переходы соответствующих температур воздуха, тем позднее наступят ледовые явления на реках. И, наоборот, если температура воздуха раньше преодолет пороговые значения, то и ледовые явления на реках будут начинаться раньше.

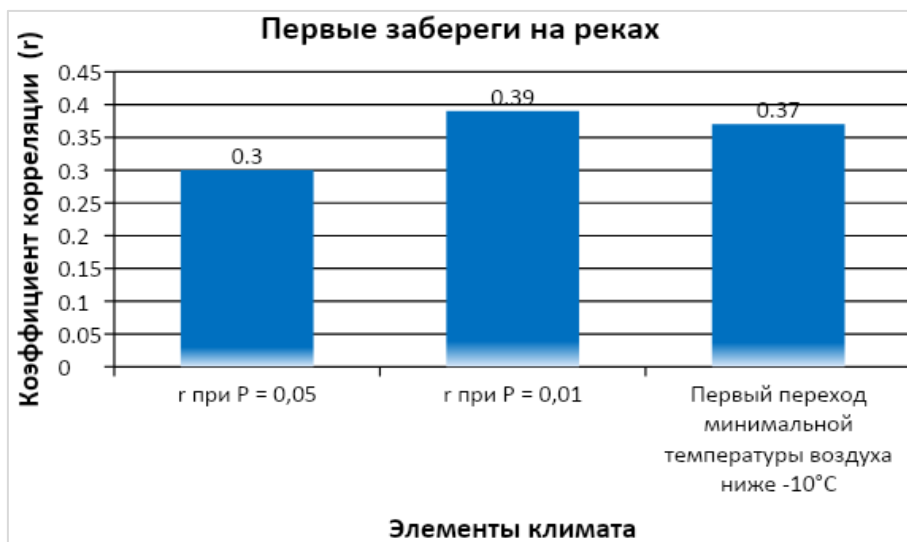


Рисунок 4. Зависимость образования заберег на реках от температуры воздуха

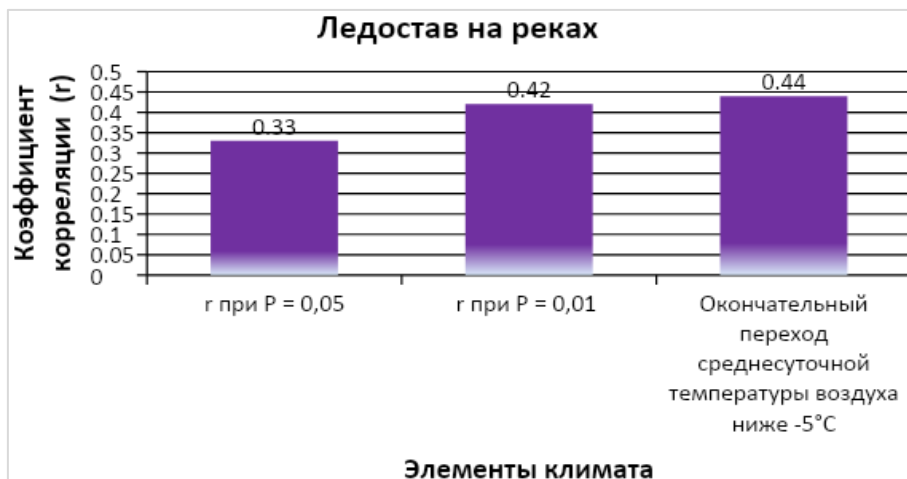
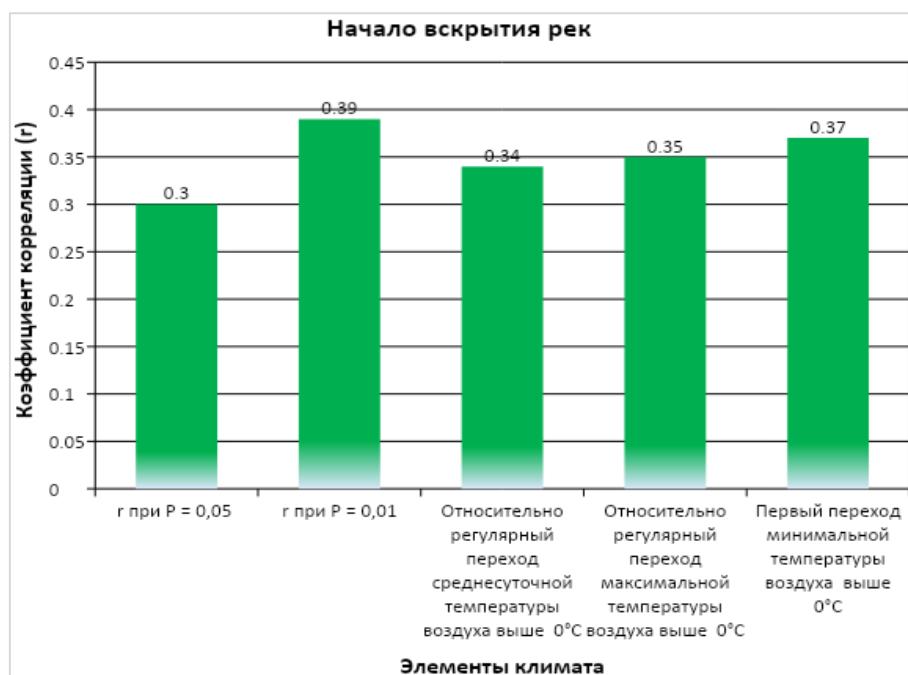


Рисунок 5. Зависимость ледостава на реках от температуры воздуха



**Рисунок 6.** Зависимость начала вскрытия рек от температуры воздуха

Забереги появляются в период перехода минимальной температуры воздуха ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . Для ледостава важным моментом является время, когда окончательно устанавливается среднесуточная температура воздуха ниже  $-5^{\circ}\text{C}$ . Для начала вскрытия рек характерна реакция на переход температур воздуха (максимальной, минимальной, среднесуточной) выше  $0^{\circ}\text{C}$ .

### Выводы

1. Статистическим анализом доказано, что за период наблюдений (1972–2020 гг.) датам наступления ледовых явлений осенне-зимнего сезона свойственна слабая (3–6 %) изменчивость; а датам весеннего ледового явления — средняя (24 %).
2. Согласно направлению линий тренда, к 2020 году (за 1972–2020 гг.) забереги и ледостав на устьевых участках рек показывают тенденцию к более позднему наступлению; а вскрытие рек — к более раннему.
3. Корреляционным анализом выявлено наличие достоверной тесной прямой корреляционной связи между датами прохождения ледовых явлений на реках и режимом установления пороговых ( $0$ ,  $5$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ ) температур воздуха.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. *Летопись природы в заповедниках СССР: Методическое пособие* — М.: Наука, 1990. 144 с.
2. Рокицкий П.Ф. *Биологическая статистика*. Минск: Высшейш. школа, 1973. 320 с.
3. Зайцев Г.Н. *Математический анализ биологических данных*. М.: Наука, 1991. 184 с.
4. Кремер Н.Ш. *Теория вероятностей и математическая статистика*. М.: ЮНИТИ — ДАНА, 2002. 543 с.
5. Лакин Г.Ф. *Биометрия*. М.: Высш. шк., 1980. 293 с.

## ЛУЧШИЕ СТАНДАРТЫ И ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ РЕЧНЫМИ БАССЕЙНАМИ

OPTIMAL STANDARDS AND PRACTICES FOR RIVER BASIN MANAGEMENT

### Водоохранные зоны сезонных водотоков (ручьев и родников) как условие восстановления, сохранения водных ресурсов и экосистем планеты земля в бассейновых природных каркасах

Р. Г. Валитов

*БУ ДО «Областной детско-юношеский центр  
туризма и краеведения», Омск, Россия, valitov-eco@mail.ru*

**Аннотация.** Рост экологических проблем требует от человечества срочных мер по сохранению природных каркасов нашей планеты. Исследования автора показали, что природные каркасы территорий суши имеют водно-бассейновую структурность и к ним адаптированы экосистемы почв и растительного покрова. Увеличение площади земель особо охраняемых природных территорий (ООПТ) с различной степенью ограничения природопользования до 40 % за счет водоохраных зон малых водосборов и сохранившихся в их пределах экосистем позволит сохранить баланс антропогенных и природных земель, обеспечить сохранность и чистоту водных ресурсов, сохранность экосистем на поверхности планеты, наладить систему мониторинга за своевременностью рекультивационных работ на водосборах.

### Water protection zones of seasonal water currents (brokes and springs) as a condition for restoration, preservation of water resources and ecosystems of planet earth in basin natural frames

R. G. Valitov

*Regional Children's and Youth Center of Tourism and Local Lore, Omsk, Russia, valitov-eco@mail.ru*

**Abstract.** The growth of environmental problems requires urgent measures from humanity to preserve the natural framework of our planet. The author's research has shown that the natural frameworks of land areas have a water-basin structure and the ecosystems of soils and vegetation are adapted to them. Increasing the land area of specially protected natural areas with varying degrees of limitation of nature use up to 40 % due to the water protection zones of small watersheds and the ecosystems preserved in their watersheds will help maintain the balance of anthropogenic and natural lands, ensure the safety and purity of water resources, the safety of ecosystems on the surface of the planet, and establish a system for monitoring the timeliness reclamation work on watersheds.

## **Введение**

Проблемы охраны водных ресурсов в 21 веке стали особенно актуальными. Численность населения Земли приближается к 8 млрд человек и сопровождается увеличением площадей и количества горнодобывающих, металлургических, сельскохозяйственных, лесоперерабатывающих и других предприятий, населенных пунктов и городов. Из-за сплошного, неограниченного роста антропогенных территорий на поверхности планеты уничтожается малая гидросетевая структурность, являющаяся одной из основ устойчивости ландшафтов планеты. Земли суши, воды морей и океанов, атмосферный воздух подвержены различным загрязнениям промышленными и бытовыми отходами. В мире в среднем менее 10 % бытовых отходов подвергаются переработке и утилизации. На повестках международных совещаний ставятся вопросы сохранения чистоты вод, биоразнообразия, о мерах предотвращения изменения климата, восстановления экосистем, планируется переход от углеводородного топлива на экологические виды энергии. Уничтожение экосистем, загрязнение планеты человечеством ведет к экологической катастрофе, тем не менее, все направления охраны природы до сих пор находятся в зачаточном состоянии.

### **Решение проблемы охраны гидрологических сетей и глобальной экосистемы планеты (биосферы) через создание ООПТ бассейновых природных каркасов территорий**

Глобальному разрушительному воздействию человечества на экосистемы и гидросети планеты должна противостоять глобальная природоохранная система. Существующая система современных локальных земель ООПТ, доля которых составляет 10 % суши, не способна решить природоохранные проблемы планеты и ориентирована, прежде всего, на охрану редких и исчезающих видов растений и животных, в том числе мест их обитания и уникальных ландшафтов. Современная организация природопользования человечеством ведется без учета малой водно-бассейновой структурности поверхности суши. Хотя ручьи, родники малых водосборов являются основой глобальной водно-бассейновой структурности поверхности суши и также требуют срочного решения вопросов их охраны. В основе глобальных экосистем суши нашей планеты лежат типичные экосистемы, адаптированные к ландшафтам, имеющим водно-бассейновую структурность. Благодаря типичным экосистемам, адаптированным к бассейновой структурности поверхности суши, и морским экосистемам на нашей планете обеспечивается поддержание современного состояния климата и атмосферного состава планеты. Результаты наших многолетних исследований малых водосборов и экосистем притоков р. Иртыш на территориях г. Омска, муниципальных образований Омской, Новосибирской, Тюменской областей, Алтайского края, Алтайской Республики, кавказских территорий РФ, северных акиаматов Республики Казахстан, различных стран зарубежья позволили нам выявить огромное количество ручьев-притоков открытых и закрытых водосборов, подтверждающих повсеместную бассейновую структурность территорий. Обследования показали, что ручьи и родники, их водосборы с экосистемами подвергнуты разрушениям в результате различных видов сплошного антропогенного воздействия. На основании проведенных исследований нами разработана концепция средообразующих и средоиспользующих систем и их баланса, сформулированы законы водно-бассейновой пространственной организации природных комплексов, подготовлены рекомендации по охране гидрорельефных пространственных единиц с адаптированными к ним экосистемами, рекомендации о способах восстановления водно-бассейновых природных каркасов территорий и увеличения на их основе различных форм ООПТ до 40 % площадей на поверхности суши для обеспечения баланса средообразующих и средоиспользующих систем, для экологизации всех видов природопользования.

При создании водно-бассейновых форм ООПТ предлагаем исходить из следующих естественно-научных положений: (1) Постоянный круговорот воды формирует на поверхности суши водосборы с гидросетями; (2) Водосборные бассейны являются одними из первичных средообразующих систем нашей планеты; (3) Экосистемы почвенных животных, растений и других организмов на водосборах являются вторичными средообразующими системами; (4) Водосборные бассейновые комплексы с почвами и растительным покровом формируют основу природных каркасов территорий; (5) Современная глобальная экосистема (биосфера) и физические параметры окружающей среды неживой природы обеспечивают благоприятные условия для развития жизни высших животных и человечества.

Компонентами природных каркасов планеты являются гидрорельефные единицы суши с адаптированными к ним бассейновыми почвенными и растительными единицами экосистем

### **Гидрорельефные единицы суши**

Формирование гидрорельефных единиц суши происходит благодаря круговороту воды. Круговоротом воды (системами неживой природы) на поверхности суши обеспечивается водосборная бассейновая структурность. Она представлена системами гидросетей и их водосборов, имеющих 1, 2, 3, 4, 5 и 6 порядки разветвлений. Состав гидросетей представлен руслами ручьев (сезонных водотоков), малых, средних и больших рек, впадающих в озера, болота и моря. Водосборы с руслами стока являются гидрорельефными единицами суши (первичными средообразующими системами) различных порядков. В составе водосборов всех порядков имеются малые ручьевые и родниковые водосборы, распространенные по всем природным зонам планеты. Водосборы ручьев и родников являются наименьшими первичными гидрорельефными единицами суши. Средняя площадь малого водосбора с ложбиной сезонного водотока (ручья или родника) составляет 3,5 км<sup>2</sup>. На поверхности суши более 42 млн малых водосборов, являющихся первичными гидрорельефными единицами, первичными компонентами природных каркасов, малых, средних, больших или береговых гидросетей. На территории РФ количество малых водосборов составляет 4,8 млн на территории Омской области — около 40 тысяч, на территориях муниципальных образований их количество достигает до 1 000. На территории города Омска их количество составляет около 160. На территории Хабаровского края около 64 375 малых водосборов с ручьями и родниками.

В общей численности этих малых водосборов 90 % приходится на водосборы с открытыми ложбинами стока (сезонные ручьи), около 10 % приходится на водосборы с погребенными ложбинами стока (родниковые водосборы). В основном все они не имеют названий и водоохраных зон.

Для водосборных природных каркасов характерна шестилетняя периодичность колебания выпадения осадков. 6-летняя периодичность состоит из трех «влажных» и трех «сухих» годов. Во «влажные» годы идет постепенное повышение уровня грунтовых вод, увеличение зеркала озер, болот. В третий год начинается переток вод из переполненных котловин озер и болот вниз по рельефу по руслам сезонных водотоков. В эти годы на территориях с нарушенными руслами сезонных водотоков начинаются подтопления, затопления территорий. В «сухие» годы идет постепенное уменьшение площади озер и болот, понижение уровня грунтовых вод. На третий «сухой» год происходит высыхание котловин озер и болот. Затем все повторяется снова. Но один шестилетний период выпадения осадков всегда отличается от других по степени выраженности сухости и влажности, интенсивностью процессов и активностью компонентов биогеоценозов и т. д.

### **Бассейновые почвенные и растительные единицы экосистем и механизмы их формирования**

Для всех водосборных бассейнов характерна зональность по увлажнению. К бассейновой структурности с ее зональностью по увлажнению адаптированы почвенные и растительные комплексы, которые представляют почвенные и растительные бассейновые единицы экосистем. Почвенные организмы и надпочвенные ассоциации растений водосборов являются вторичными средообразующими системами.

### **Природные каркасы и человечество**

Безымянность ручьев и отсутствие водоохраных зон на руслах ручьев, недооценка типичных экосистем малых водосборов способствует тому, что они подвержены разрушительному антропогенному воздействию при различных типах природопользования. На территориях антропогенной эксплуатации (селитебных, промышленных, лесных, сельскохозяйственных и прочих) уничтожаются экосистемы малых водосборов, нарушаются и модифицируются гидросети сезонных и постоянных водотоков. В результате разрушения гидросетей строительством плотин, засыпкой малых притоков происходит заиление русел рек, загрязнение поверхностных и грунтовых вод, повышение уровня грунтовых вод, заболачивание и подтопление территорий, солонцевание земель, вымывание плодородного слоя почвы, провалы грунта в населенных пунктах, нарушение коммуникаций и фундаментов зданий, сооружений и т. д. Отсутствие наименований ручьев и родников, отсутствие водоохраных зон на руслах ручьев и водосборах родников способствует появлению несанкционированных свалок на заброшенных участках долин ручьев и речек (по так называемым «оврагам»), к засыпке и застройке, приводит к необязательности проведения рекультивационных работ. Например, в г. Омске засыпка русел ручьев, частичное канализование вод на 130 ручьях и речках через подземные коллекторы по правому и левому берегам рек Иртыш, Омь и их притоков привело к появлению многочисленных подтапливаемых территорий, многочисленных свалок в оврагах. Остатки русел многочисленных безымянных сезонных водотоков (ручьев), сохранившихся в виде мелких водоемов, являются местами несанкционированных свалок.

В Омской, Тюменской, Новосибирской областях, на землях северных акиматов республики Казахстан нарушения природных каркасов в результате сплошной распашки земель без учета бассейновой структурности и организации поперек стока поверхностных вод лесополос привело к появлению блуждающих водных потоков, затапливающих поля, дороги и населенные пункты, вымывающих плодородный слой почв.

Затопление территорий муниципальных образований наблюдается в местах перегораживания ложбин сезонных водотоков железными дорогами, на территориях с групповыми водопроводами без канализования сточных вод. Нарушение ложбин стока сезонных водотоков на склонах Камышловского Лога, на уклоне Сладковско-Называевско-Тюкалинско-Саргатском, на Сладковско-Называевско-Любинском каскадном стоке вод привело к появлению постоянного подтопления территорий Тюменской и Омской областей.

### **Внедрение земель водно-бассейновых ООПТ в антропогенные земли**

Все вышеперечисленные факты показывают, что развитие сплошных антропогенных территорий без учета водно-бассейновой структурности поверхности суши ведет к разрушению природных каркасов территорий с негативными экологическими последствиями. Этих негативов можно избежать при ограничении сплошного развития антропогенных земель с помощью внедрения в них земель ООПТ русел сезонных водотоков с землями сохранившихся или искусственно созданными на их водосборах экосистем. Земли внедренных

водно-бассейновых ООПТ, в зависимости от конкретных ситуаций и особенностей землепользования, должны иметь различные степени ограничения природопользования в их пределах. Это позволит адаптировать антропогенные земли к природным каркасам малых водосборов с их экосистемами. Природоохранное землеустройство антропогенных территорий через ООПТ малых водосборов является необходимой мерой разрешения конфликта сплошного землепользования человечества с законами бассейновой пространственной организации природных комплексов. Внедрения ООПТ малых водосборов в антропогенные земли позволит человечеству перейти от уничтожения природы планеты к охране природных средообразующих систем, к созданию устойчивых природно-хозяйственных комплексов.

### Заключение

Включение в ООПТ земель природных каркасов в составе малых водосборов с руслами сезонных водотоков и их экосистем позволяют решить локальные экологические проблемы по сохранению благоприятных условий для проживания населения, сохранения устойчивых природных комплексов без подтоплений территорий, а также решить глобальные проблемы сохранения средообразующих систем планеты. Восстановление гидросетевой структурности земель на сельскохозяйственных угодьях позволит решить проблемы подтопления, солонцевания обводненных земель, истощения в результате выноса плодородного слоя в водные объекты по распаханым руслам сезонных водотоков. Если на территориях городов нет возможности сохранить экосистемы (вторичные средообразующие системы) на малых водосборах, то необходимо сохранять хотя бы первичные средообразующие системы — рельеф с гидросетями, обеспечивающими естественный дренаж территорий от вод во влажные годы. Это позволит избежать подтоплений территорий, вспучивания грунтов, разрушения асфальтовых покрытий и фундаментов зданий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Валитов Р.Г. Пути стабилизации и оптимизации природных комплексов Омской области. — *Природа, природопользование и природообустройство Омского Прииртышья. Материалы III областной научно-практической конференции.* — Омск: Курьер, 2001. С. 183–184.
2. Валитов Р.Г. Варианты подходов к проектированию элементов экологических каркасов для Омской области. — *Природа, природопользование и природообустройство Омского Прииртышья. Материалы III областной научно-практической конференции.* — Омск: Курьер, 2001. С. 184–186.
3. Валитов Р.Г. К экосистемным технологиям охраны природы Омской области. — *Известия Омского регионального отделения Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» Сб. науч. тр. Вып. 20, посвящен 130-летию ОРО РГО.* — Омск: Полиграфический центр КАН, 2008. С. 93–98.
4. Валитов Р.Г. Системные законы природы и проблемы сохранения функционирования биосферы, ее биоразнообразия. — *Природные ресурсы, биоразнообразие и перспективы естественнонаучного образования: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти Ирины Викторовны Бекишевой — ученого, педагога.* Омск, 2012. С. 156–159.

5. *Валитов Р.Г. Системные законы природы и их использование для сохранения функционирования биосферных единиц, их биоразнообразия (на примере территории Омской области). — Естественные науки и экология. Ежегодник. Вып. 17: межвуз. Сб. науч. тр. / отв. Ред. И.И. Богданов. — Омск: Изд-во ОмГПУ, 2013. С. 100–106.*

## Формирование водно-зеленого каркаса в целях устойчивого развития городов

Д. В. Злобин

*ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия, zlobin.dv@list.ru*

**Аннотация.** В статье представлен подход к формированию водно-зеленого каркаса городов на основе комплексного изучения состояния окружающей среды и возможностей водно-зеленой инфраструктуры для обеспечения социального, экологического и экономического благополучия населения. Изучен соответствующий мировой опыт для решения проблемы затопления территорий с помощью реализации плана управления водным стоком.

## Formation of a water-green framework for sustainable urban development

D. V. Zlobin

*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia, zlobin.dv@list.ru*

**Abstract.** This article presents an approach to the formation of a blue-green framework of cities based on a comprehensive study of the state of the environment and the possibilities of blue-green infrastructure to ensure the social, ecological and economic well-being of the population. The relevant world experience has been studied to solve the problem of flooding of territories through the implementation of a water flow management plan.

В Своде правил «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» указано, что в городских поселениях необходимо формировать единый природный каркас, основой которого являются особо охраняемые природные территории, гидрографическая сеть и зеленые зоны. Также определено, что на территории поселений необходимо обеспечивать достижение нормативных требований, определяющих качество атмосферного воздуха, воды, почв, допустимых уровней шума и других факторов природного и техногенного происхождения [3].

В 2021 году большинство водных объектов России было оценено как «загрязненные», при этом высокое и экстремально высокое загрязнение было зафиксировано в 58 регионах России. 46 % городского населения страны проживает в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха [2]. В целом, состояние окружающей среды в значимом количестве промышленно развитых городов РФ остается неблагоприятным, что негативно отражается на здоровье людей и состоянии экономики.

В свою очередь, в 2021 году активное развитие получила концепция водно-зеленого городского каркаса [1; 4]. В проектах, создаваемых в разных городах РФ, обращается внимание на необходимость повышения качества городской среды за счет обеспечения связности экологических ядер (крупных лесных массивов, лесопарков и водоемов) с помощью

зеленых коридоров, а также создания экологических узлов, буферных зон и территорий ревитализации.

Среди проблем, препятствующих реализации данных проектов, можно выделить отсутствие принятых методик расчета положительного социально-экономического эффекта пользы от их реализации, а также отсутствие системности в процессе управления водным и зеленым фондом в городской черте. Решения по развитию водно-зеленого каркаса редко прорабатываются глубже эскизов территории города: например, не учитываются конкретные экологические и градостроительные проблемы районов города, не определяются механизмы их решения, не включаются требования к сохранению и восстановлению окружающих город природных ландшафтов, не прорабатывается реализация концепции на уровне правил землепользования и застройки и проектов планировки территории.

В связи с этим подходить к формированию водно-зеленого каркаса предлагается не только исходя из сложившейся и сохранившейся естественной основы города (природный каркас), но и возникающих текущих и потенциальных потребностей в обеспечении социально-экологического благополучия населения, то есть реализации более 20 экосистемных услуг (градо-экологический каркас). Концепции водно-зеленой инфраструктуры и экосистемных услуг стали активно развиваться в 1990-е годы и на данный момент имеют важное значение в ряде стран при принятии решений о развитии территорий [9]. В 2020 году Международным союзом охраны природы был разработан Глобальный стандарт природных решений, в которой закреплена необходимость сохранения и восстановления нарушенных экосистем с целью преодоления выявленных социальных проблем, устойчивого управления территориями и для поддержания биоразнообразия, и для обеспечения благосостояния людей [7].

Как пример проекта развития водно-зеленой инфраструктуры города можно взять опыт Копенгагена (Дания) [8; 9]. В этом городе проблема затопления территории стоит довольно остро: последствия ливня в 2011 году были оценены в 0,8–1 миллиарда долларов ущерба. Для предотвращения подобных ситуаций в будущем была подготовлена гидрологическая модель города, подробно изучены возможные технические решения и анализ потребности в них, включая оценку рентабельности с учетом планируемых социальных, экологических и экономических эффектов. Например, стоимость бездействия была оценена в 55–80 миллионов евро в год. В проектирование были вовлечены разные специалисты: инженеры, ИТ-специалисты, градостроители, биологи, экономисты, ландшафтные архитекторы, социологи, а также местные жители, инвесторы и политики.

В результате исследований и достижения договоренностей городскими службами и коммунальными предприятиями был утвержден общегородской план управления водным стоком, состоящий из развития водно-зеленой инфраструктуры (дождевых садов, болот, заросших берегов, древесной и кустарниковой растительности, карманных парков, зеленых крыш и вертикального озеленения) в связке с развитием серой инфраструктуры (подземной ливневой канализации, резервуаров). В качестве примера взаимодействия этих систем можно привести специальную тротуарную плитку: поступающая с поверхности вода просачивается сквозь созданные в ней отверстия и направляется через искусственные водоносные горизонты к резервуарам или для полива рядом находящихся растений.

Разработанный генеральный план раскрывается в более 300 локальных проектах отвода ливневых вод, а районы города были проранжированы с точки зрения приоритетности решения проблемы. Отдельный закон описывает порядок финансирования реализации плана. Экономия по сравнению с традиционными проектами развития лишь серой инфраструктуры по оценкам экспертов составила 50 % без учета множественных положительных эффектов водно-зеленой инфраструктуры [8].

Подобные проекты развития были созданы в Роттердаме (Нидерланды), Пекине (Китай), Филадельфии (США) [9]. Еще один экономический эффект работы зеленой инфраструктуры с водным стоком был оценен в США: по данным 1996 года, сокращение стока на 17 % (11,3 млн галлонов) за счет деревьев после 12 часов шторма в городе среднего размера позволили сберечь 226 000 долларов США [5].

Помимо водоотведения, водно-зеленая инфраструктура оказывает населению и другие экосистемные услуги: очищение водного стока от загрязняющих веществ, поддержание биоразнообразия в водных объектах и прибрежных территориях, подпитка грунтовых вод, рекреационные и эстетические услуги, противодействие абразии, адаптация к изменению климата (и это не считая положительного влияния растительности на иные компоненты экосистем) [6; 8]. Как пример социального эффекта развития проекта в Копенгагене можно считать возможность купания в черте города: насущная проблема, не решенная в большинстве крупных городов мира.

Из анализа данных примеров можно сделать вывод, что для формирования водно-зеленого городского каркаса сначала должна быть произведена комплексная оценка состояния окружающей среды по всем ее компонентам, а также по уровню благоприятности пребывания человека на территории с санитарно-гигиенической, рекреационной точек зрения, а также уровня обеспечения безопасности (рис. 1). Должны быть выявлены приоритетные территории, где необходима реализация природоохранных мероприятий. При этом в проект должен быть заложен прогноз изменения антропогенной нагрузки на территорию ввиду изменения численности населения.

Далее, на основании действующих нормативов, экспертных оценок и запросов населения должны быть определены целевые показатели улучшения состояния окружающей среды. Предлагается осуществлять постепенный переход от субъективного восприятия «комфортности» городской среды к объективной оценке показателей, обеспечивающих благоприятное проживание человека и других живых организмов в городе.

С другой стороны, должна быть проведена полная оценка состояния текущей водно-зеленой и серой (инженерной) инфраструктуры с внесением данных в цифровую базу для наглядности и удобства работы с данной информацией при дальнейшем проектировании, а также регулярного обновления сведений о них. Эти сведения также необходимы для выявления мест, где потребности в реализации природоохранных мероприятий высоки (например, повышено загрязнение атмосферного воздуха или усилено шумовое воздействие), а элементов водно-зеленой и серой инфраструктуры не хватает, они находятся в неудовлетворительном состоянии или завершают свое функционирование (например, отпад деревьев). Это позволит точно заложить средства для их создания, реконструкции или замены.



Рисунок 1. План развития водно-зеленой инфраструктуры города

На следующем этапе производится оценка возможностей водно-зеленой, серой инфраструктуры с учетом затрат на их создание, содержание и вывод из эксплуатации вместе с планами по уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Должен быть выбран оптимальный вариант гармоничного сочетания данных мероприятий для достижения максимального социального, экологического и экономического эффекта. Формироваться водно-зеленый каркас должен с учетом своей определяющей роли дальнейшего устойчивого градостроительного развития территории в условиях глобального изменения климата и других вызовов. Важно оценить и последствия отказа от реализации данного проекта.

Уже после этого должен быть разработан и представлен проект развития водно-зеленого каркаса города в связке с его природным окружением, а также принят план его реализации, финансирования и определения доли участия всех ответственных органов государственной власти, местного самоуправления, представителей бизнеса и общественности. После реализации должен быть проведен анализ результатов: достигнуты ли заявленные эффекты, по какой причине возникли отклонения от плана и как их можно скорректировать. Далее проект должен быть распространен на следующие участки. При этом мониторинг состояния окружающей среды должен происходить постоянно, как и переоценка возможностей водно-зеленой и серой инфраструктуры.

Таким образом, создание водно-зеленого каркаса является эффективным механизмом одновременного решения вопросов экологии, благоустройства и инженерной подготовки территорий, при грамотном планировании оказывающимся выгодным объектом долгосрочного инвестирования. Для этого создание водно-зеленой инфраструктуры должно производиться не для формального исполнения нормативов озеленения, а с целью решения конкретных проблем территорий после тщательного анализа состояния окружающей среды и определения целевых показателей его улучшения для создания благоприятных условий для жизни.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гуцин А.Н., Дивакова М.Н. Водно-зеленый каркас Екатеринбурга: история, проблемы, будущее // *Архитектон: известия вузов*, 2022. № 2(78). С. 1–13.
2. *Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2021 год*. Москва: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2022. 220 с.
3. СП 42.13330.2016 *Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений*, утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 декабря 2016 г. N 1034/пр [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054209>
4. Сухих В.А., Ремарчук С.М. Концепция развития водно-зеленого каркаса г. Томска // *Материалы XII Международной научно-практической конференции «Инвестиции, градостроительство, недвижимость»*, 2022. С. 396–400.
5. Coder Dr., Kim D. *Identified Benefits of Community Trees and Forests*. University of Georgia, 2011. 6 p.
6. Haaren von C., Lovett A.A., Albert. C. *Landscape Planning with Ecosystem Services*. Springer: Landscape Series, 2019. Vol. 24. 511 p.
7. *IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: first edition*. Gland, Switzerland: IUCN, 2020. 30 p.

8. *Liu L., Fryd O., Zhang S. 2 Blue-Green Infrastructure for Sustainable Urban Stormwater Management — Lessons from Six Municipality-Led Pilot Projects in Beijing and Copenhagen // Water, 2019. 11(10), 2024. P. 1–16.*
9. *Radinja M., Atanasova N., Zavodnik Lamovšek A. The water-management aspect of blue-green infrastructure in cities // Urbani izziv, 2021. Volume 32, No. 1. P. 98–110.*

## **Бассейновая комиссия при министерстве экологии и устойчивого развития Сахалинской области**

С. С. Макеев

*ФГБУ «Главрыбвод», Сахалинский филиал, Южно-Сахалинск, Россия, smak02@mail.ru*

**Аннотация.** В 2021 году при Министерстве экологии и устойчивого развития Сахалинской области была создана Бассейновая комиссия для выработки предложений и рекомендаций по экологической ситуации на водных объектах региона. Это коллегиальное совещательное экспертное сообщество действует на принципах интегрированного управления водными ресурсами. В материалах рассматриваются история, проблемы и перспективы новой экологической организации.

## **Basin commission under the ministry of ecology and sustainable development of the Sakhalin oblast**

S. S. Makeev

*Glavrybvod, Sakhalin branch, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, smak02@mail.ru*

**Abstract.** In 2021, the Basin Commission was created under the Ministry of Ecology and Sustainable Development of the Sakhalin Region in order to develop proposals and recommendations on the environmental situation in water bodies in the region. This collegial deliberative community of experts operates on the principles of integrated water management. The materials look at the history, problems and prospects of the new environmental organization.

В 2020 году автор сообщения выполнял проект на средства гранта Правительства Сахалинской области «Сусуя живая и мертвая». Целью проекта было привлечь внимание населения и лиц, принимающих решения, к экологическим проблемам реки Сусуя и разработать рекомендации по ее реабилитации и зарыблению.

Река Сусуя — одна из крупнейших рек Южного Сахалина, в прошлом имела здоровые популяции лососей и других рыб. Протекая по густонаселенной местности, принимает множество серьезных экологических проблем, из-за чего потеряла свое значение.

Вместе с волонтерами вдоль русла Сусуи и ее притоков пройдено более 100 км. На личном сайте автора [www.smakeev.com](http://www.smakeev.com) и различных СМИ помещено около 40 публикаций и 24 видеосюжета на темы проекта, издан «Экологический паспорт реки Сусуя» [1]. Среди предложений по итогам проекта было следующее: создание бассейнового совета реки Сусуя для координации усилий органов по управлению водными ресурсами, охране окружающей среды, общественных организаций и отдельных активистов, занимающихся вопросами качества водных объектов.

Бассейновые советы — часть большого сложного процесса, который называется ИУВР (интегрированное управление водными ресурсами). Это наилучший способ водопользования в сравнении с другими моделями планирования. Кроме того, он призван разрешать конфликты

интересов [2; 3]. В Сахалинской области есть опыт деятельности подобных объединений на базе районных лососевых советов в рамках проекта «Сахалинская лососевая инициатива» в 2007–2012 гг. [4].

Как раз в этот период в ходе реформирования органов власти Сахалинской области было создано Министерство экологии и устойчивого развития. В Положении о Министерстве есть пункт о возможности создания коллегиального совещательного органа, сформированного в целях выработки предложений, рекомендаций по экологической обстановке на водных объектах на территории Сахалинской области. Председатель общественного совета Анивского городского округа Н.И. Петров приложил много усилий, чтобы было услышано предложение о создании бассейнового совета залива Анива.

В итоге в марте 2021 года была создана Бассейновая комиссия для всех водных объектов области, в число задач которой вошли:

1. Анализ экологических проблем для объективной комплексной оценки остроты текущих и перспективных экологических ситуаций, складывающихся на территории области и прилегающих акваториях.
2. Рассмотрение вопросов финансирования программ, проектов, мероприятий и иных направлений природоохранной деятельности за счет бюджетных и внебюджетных источников финансирования.
3. Осуществление консультативного сопровождения проектов целевых программ и планов улучшения экологической обстановки на территории области.

Актуальность этих задач связана с тем, что региональная власть генерирует большое количество крупных амбициозных проектов, которые не всегда достаточно продуманы с точки зрения воздействия на водные ресурсы. Например, Корпорация развития Сахалинской области инициировала проект создания индустриально-строительного парка «Корсаковский» в водоохранной зоне реки Сусуя, а строительство агропромышленного парка с оптово-распределительным центром уже привело к сведению леса в водоохранной зоне притока Марьевка. Есть намерения еще более глобальных проектов Южно-Сахалинской агломерации, Экополиса и др. Уже стали поводами для острых социальных столкновений экологически слабо обоснованные проекты ТОО «Горный воздух», ООО «Мерси-Агро» и ООО «Грин-Агро». Контролирующие органы обращают внимание на экологические нарушения чаще всего по обращениям граждан или сигналам СМИ. Таким образом, потребность в регулярной работе комиссии есть.

К сожалению, до сих пор не удается наладить эффективную работу комиссии, за это время уже сменились два министра, нет никаких источников финансирования. Летом 2021 г. от имени инициативной группы была подана заявка на финансирование проекта в Благотворительный фонд «Сохранение Сибири и Дальнего Востока», но проиграла ввиду большой конкуренции.

Костяк комиссии составляют представители общественных советов муниципальных образований Южно-Сахалинска, Анивы, Корсакова, Сахалинского филиала ФГБУ «Главрыбвод», Сахалинского госуниверситета. Они подписаны на группу в What'sApp, активно обмениваются информацией, участвуют в экспедициях по проблемным объектам. Члены комиссии, предложенные Министерством, относятся к этой деятельности формально. Есть и сочувствующие из числа общественников и журналистов.

Хотя в целом пока настоящих успехов практически нет, мы видим значительный потенциал этой организации в организации общественного мониторинга водоемов [5; 6]. Продолжается выявление источников загрязнения, ведется мониторинг состояния водных объектов. Лабораторный комплекс Института естественных наук СахГУ готов принять пробы воды для проведения гидрохимических анализов. Создано региональное отделение

научно-общественного координационного центра «Живая вода» [7]. Начаты проекты со школьниками Южно-Сахалинска, Анивы, сел Троицкое и Синегорск.

Об отдельных активностях стоит рассказать особо. По инициативе известного сахалинского журналиста В.В. Горбунова развивается проект «Хранители Уюновка». Река Уюновка — единственная в черте города, где продолжается нерест ценного вида тихоокеанских лососей — симы. На этой же реке расположена купальня для моржевания, которая создает препятствие для миграций рыб, а вдоль русла тянется экологическая тропа до водопада в верхнем течении. В долине этой реки крупная компания «ПИК» начала масштабное строительство жилья («Уюн парк»), и есть возможность обратиться к ней с целью природоприближенного благоустройства побережья реки, т. н. ревитализации [8; 9]. Надеемся, что к проекту подключится недавно созданный Центр урбанистики Сахалина.

Проблема качества воды залива Анива отчетливо проявляется при изучении состояния очистных сооружений канализации (ОСК) населенных пунктов, расположенных на реках, впадающих в залив Анива. Особенно проблематично сложилась ситуация с ОСК-7 — головным предприятием водоотведения г. Южно-Сахалинска. Они модернизируются уже 8-й год, и все это время в реку Сусуя через ручей Пригородный и приток Еланьку ежедневно сбрасываются десятки тысяч кубометров сточных вод. По сообщениям СМИ, после окончания строительства объем принимаемых вод увеличится до 72 тысяч кубометров, затем — до 90. Также нуждаются в реконструкции и расширении ОСК городов Корсаков и Анива. В результате санитарно-эпидемиологическая станция официально запрещает купание в водах залива, где расположены самые популярные и посещаемые пляжи на юге Сахалина.

В августе 2021 г. в Аниве проведен турнир по футболу среди школьников на Кубок залива Анива. Участники и болельщики подписали Обращение к Губернатору с вопросами о том, что делается для улучшения качества воды в заливе, всем были розданы значки с символикой «Защитнику залива Анива». В ответ на Обращение получены письма от заинтересованных учреждений, а в ноябре 2021 года во время встречи Губернатора с жителями Анивского района было озвучено обещание, что сроки ввода всех ОСК в бассейне залива Анива будут ограничены декабрем 2024 года. Опять же, по сообщениям прессы и ответам Министерства ЖКХ Сахалинской области, для Южно-Сахалинска и Корсакова эти обещания вполне реалистичны, а вот для Анивы вопрос остается открытым. Проект реконструкции ОСК прошел экологическую экспертизу, но пока не найдено финансирования.

Свой набор проблем в эстуарии Сусуи, в бухте Лососей. Весной и осенью там скапливаются тысячи перелетных птиц десятков видов. Этот район является ключевой орнитологической территорией России (КОТР) и включен в теневой список Рамсарской конвенции [10]. Но здесь традиционно проводится охота на водоплавающих птиц, и на дне отложились тонны свинца.

Известны скопления устриц, спизулы и морского петушка на мелководьях бухты [11; 12]. С одной стороны, эти моллюски аккумулируют тяжелые металлы и другие загрязнители и могут быть опасными для потребления. С другой — они способствуют очищению загрязненных вод, и здесь актуально развитие санитарной марикультуры.

На весеннем заседании Бассейновой комиссии был принят план работы на 2022 год, включающий следующие пункты:

1. Рассмотрение вопроса соблюдения экологических требований при организации мест складирования снега (снегоотвалов) на территории городского округа «Город Южно-Сахалинск».
2. Сбор информации и подготовка плана по натурному обследованию водных объектов. Проведение полевых работ по выявлению несанкционированных сбросов сточных вод.

3. Рассмотрение вопроса об организации сброса сточных вод по системе мелиоративных каналов (ОСК-7) и на рельеф местности (ООО «ГринАгро»).
4. Выявление нарушений водного законодательства при освоении дальневосточных гектаров.
5. Организация участия в акциях по очистке от бытового мусора русел рек, впадающих в залив Анива, побережий, мест отдыха.
6. Доклад на заседании Бассейновой комиссии информации по применению методов восстановления и реабилитации водоохранных зон.

Надеемся, что сможем найти минимальное финансирование и активизировать работу комиссии в 2023 году.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Макеев С.С. Экологический паспорт реки Сусуя. Южно-Сахалинск: КАНУ, 2020. 20 с.*
2. *Планы интегрированного управления водными ресурсами. Учебное пособие и руководство по применению. 2005. 104 с. / Текст электронный (сайт Института фундаментальной биологии и биотехнологии) // [https://bio.sfu-kras.ru/files/3330\\_4\\_Manual\\_russian.pdf](https://bio.sfu-kras.ru/files/3330_4_Manual_russian.pdf) (дата обращения: 13.10.2022).*
3. *Руководство по интегрированному управлению водными ресурсами в бассейнах. 2009. 111 с. / Текст электронный (сайт Global Water Partnership) // <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/a-handbook-for-integrated-water-resources-management-in-basins-inbo-gwp-2009-russian.pdf> (дата обращения: 13.10.2022).*
4. *Лососевые бассейновые советы: путь совместного управления лососевыми реками на Дальнем Востоке России. 2012. 9 с.*
5. *Гусева Т.В., Хотулева М.В. и др. Как организовать общественный экологический мониторинг. М.: СоЭС, 1998. 256 с.*
6. *Наблюдение рек. Пособие для проведения общественного экологического мониторинга. Санкт-Петербург: Друзья Балтики / Коалиция Чистая Балтика, 2015. 32 с.*
7. *Вишивкова Т.С., Иваненко Н.В., Якименко Л.В., Дроздов К.А. Введение в биомониторинг пресных вод. Владивосток, Изд. ВГУЭС: 2019. 240 с.*
8. *Крамер Д.А., Неруда М., Тихонова И.О. Европейский опыт ревитализации малых рек // Биология, экология, естествознание, науки о Земле. Вып. № 2. 2012. с. 112–128.*
9. *Тихонова И.О., Салимгареева А.Р. Экологическая практика ревитализации малых рек // Вестник РХТУ имени Д.И. Менделеева. Т. 2. Вып. VI. 2015. с. 138–146.*
10. *Нечаев В.А. Ключевые орнитологические территории Сахалина и Курильских островов // Русский орнитологический журнал. 1998. № 57. с. 3–15.*
11. *Ким А.Ч. Результаты исследований устричной «банки» в бухте Лососей в 2020 году // Вестник Сахалинского музея. 2020. № 4. С. 91–95.*
12. *Ким А.Ч., Гон Р.Т. Распределение, размерно-массовый состав и состояние ресурсов спизулы сахалинской *Spisula sachalinensis* в бухте Лососей (залив Анива, Охотское море) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-западной части Тихого океана. 2018, вып. 49. с. 75–84.*

**XI Всероссийская научно-практическая  
конференция с международным участием  
«Реки Сибири и Дальнего Востока»**  
(Хабаровск, 17–18 ноября 2022 г.)

Материалы научно-технической конференции  
публикуются в авторской редакции

Сетевое издание

Научные редакторы:

Воронов Б.А. — д-р биол. наук, чл.-корр. РАН, заслуженный эколог РФ  
Никитина О.И. — канд. геогр. наук

Издание помог подготовить Шкодин В.П.

Ответственный за выпуск — Алимova Н.К.

Вёрстка — Ватаман Е.С.

Научное издание

**Системные требования:**

операционная система Windows XP или новее, macOS 10.12 или новее, Linux.  
Программное обеспечение для чтения файлов PDF.

Объем данных 3,4 Мб

Принято к публикации «16» февраля 2024 года

Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/18MNNPK24.pdf> свободный. —  
Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

ООО «Издательство «Мир науки»

«Publishing company «World of science», LLC

Адрес:

Юридический адрес — 127055, г. Москва, пер. Порядковый, д. 21, офис 401.

Почтовый адрес — 127055, г. Москва, пер. Порядковый, д. 21, офис 401.

<n/ps://izd-mn.com/>

**ДАННОЕ ИЗДАНИЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНО ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ НА  
ЭЛЕКТРОННЫХ НОСИТЕЛЯХ**

