



**XII Международная научно-практическая конференция
«Морские исследования и образование»
MARESEDU-2023**

**XII International conference
«Marine Research and Education»
MARESEDU-2023**

**ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ /
CONFERENCE PROCEEDINGS
Том I (IV) / Volume I (IV)**

**23-27 октября 2023 г.
г. Москва**



УДК [551.46+574.5](063)

ББК 26.221я431+26.38я431+28.082.40я431

Т78

Труды XII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2023)» Том I (IV): [сборник]. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2024, 763 с.:

ISBN 978-5-6049290-6-3

ISBN 978-5-6049290-8-7 (т.1)

Сборник «Труды XII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2023)» представляет собой книгу тезисов докладов участников конференции, состоящую из четырех томов. Сборник включает в себя главы, соответствующие основным секциям технической программы конференции: океанология, гидрология, морская геология, гидрографические и геофизические исследования на акваториях, морские ландшафты морская биология, морские млекопитающие, рациональное природопользование и подводное культурное наследие. Помимо основных секций на конференции были представлены: пленарная сессия, посвященная 70-летию кафедры океанологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и 85-летию ББС МГУ имени Н.А. Перцова, секция научно-популярных фильмов и круглые столы: «Современные авиационные исследования объектов биологического разнообразия. Практика и перспективы развития» и «Применение искусственного интеллекта для изучения биологических объектов».

Все тезисы представлены в редакции авторов.

В рамках конференции участники обсудили состояние и перспективы развития комплексных исследований Мирового океана, шельфовых морей и крупнейших озер, актуальные проблемы рационального природопользования и сохранения биоразнообразия в водных пространствах, проблемы освоения ресурсов континентального шельфа, достижения науки в области морской геологии, современные подходы к исследованиям обширных акваторий дистанционными методами, проблемы устойчивого развития экосистем моря и прибрежной зоны, организацию и проведение комплексных экспедиционных исследований, преподавание «морских дисциплин», вопросы организации полевых практик студентов.

Подготовлено к выпуску издательством ООО «ПолиПРЕСС» по заказу ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова».

ООО «ПолиПРЕСС»

170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский
пр-т, д. 7, пом. II polypress@yandex.ru

Все права на издание принадлежат
ООО «Центр морских исследований
МГУ имени М.В. Ломоносова».

© ООО «Центр морских исследований
МГУ имени М.В. Ломоносова», 2024
© ООО «ПолиПРЕСС»

Организаторы

Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова

Учебно-научный Центр ЮНЕСКО-МГУ по морской геологии и геофизике при геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова

Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН

Беломорская биологическая станция им. Н.А. Перцова

Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

РОО «Совет по морским млекопитающим»



При поддержке



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В рамках



2021
2030 Десятилетие Организации Объединенных
Наций, посвященное науке об океане
в интересах устойчивого развития



70 ЛЕТ



МГУ
85

Партнёры

Генеральный партнёр

Специальный партнёр

Официальный партнёр





ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

ДОБРЮЛОВ СЕРГЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ
(сопредседатель организационного комитета)

ЕРЁМИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ
(сопредседатель организационного комитета)

КИРПИЧНИКОВ МИХАИЛ ПЕТРОВИЧ
(сопредседатель организационного комитета)

ТОКАРЕВ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ
(сопредседатель организационного комитета)

ШЕВЧЕНКО ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ
(сопредседатель организационного комитета)

Член-корреспондент РАН, декан географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д.г.н., профессор

Член-корреспондент РАН, декан геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, д.х.н.

Академик РАН, декан биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д.б.н., профессор

Заместитель председателя Общественного совета РОСНЕДРА, к.т.н.

Временно исполняющий обязанности директора Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, руководитель лаборатории физико-геологических исследований имени А.П. Лисицына, ведущий научный сотрудник, к.г.-м.н.



ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

АХМАНОВ ГРИГОРИЙ ГЕОРГИЕВИЧ
(председатель программно комитета)

Доцент, руководитель кафедры ЮНЕСКО по морской геологии и геофизике, директор Учебно-научного Центра ЮНЕСКО-МГУ по морской геологии и геофизике при геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова, к.г.-м.н.

БАШИРОВА ЛЕЙЛА ДЖАНГИРОВНА

Заместитель директора по научной работе Атлантического отделения ИО РАН, к.г.-м.н.

ВИННИКОВ КИРИЛЛ АНДРЕЕВИЧ

Директор Института Мирового океана ДВФУ, Заведующий Лабораторией экологии и эволюционной биологии водных организмов, доцент Департамента медицинской биологии и биотехнологий, PhD

ГЛАЗОВ ДМИТРИЙ МИХАЙЛОВИЧ

Исполнительный директор ООО «Совет по морским млекопитающим»

ДЕМИДЕНКО НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Старший научный сотрудник ИО РАН, к.г.н

ДЕМИДОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ

Доцент, старший научный сотрудник кафедры океанологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, к.г.н.

ДОРОХОВ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

Старший научный сотрудник лаборатории геологии Атлантики Атлантического отделения ИО РАН, к.г.н.

ЛОБКОВСКИЙ ЛЕОПОЛЬД ИСАЕВИЧ

Академик РАН, Научный руководитель геологического направления Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН), д.ф.-м.н.

КОНОВАЛОВА ОЛЬГА ПЕТРОВНА

Руководитель Управления научных исследований и разработок Центра морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова (ЦМИ МГУ), к.б.н.

КРАШЕНИННИКОВА СВЕТЛАНА БОРИСОВНА

Старший научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», к.г.н.

МОКИЕВСКИЙ ВАДИМ ОЛЕГОВИЧ

Заведующий лабораторией экологии прибрежных донных сообществ ИО РАН, д.б.н.

НАЙДЕНКО СЕРГЕЙ ВАЛЕРИЕВИЧ

Директор Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), член-корреспондент РАН, д.б.н., профессор

НОВИГАТСКИЙ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ

Заведующий Аналитической лаборатории ИО РАН, к.г.-м.н.

ПОТЁМКА АНДРЕЙ КОНСТАНТИНОВИЧ

Аспирант кафедры сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

РЫБАЛКО АЛЕКСАНДР ЕВМЕНЬЕВИЧ

Профессор кафедры геоморфологии СПбГУ, ведущий научный сотрудник ФГБУ «ВНИИОкеангеология», старший геолог ООО «Морской центр», д.г.-м.н.

СЕМЁНОВА МАРИНА ИВАНОВНА

Директор по цифровым технологиям ООО «Моринтех»

СИВКОВ ВАДИМ ВАЛЕРЬЕВИЧ

Директор Атлантического отделения ИО РАН, к.г.-м.н.

СОЛОВЬЁВА МАРИЯ АНДРЕЕВНА

Научный сотрудник лаборатории поведения и поведенческой экологии млекопитающих ИПЭЭ РАН, к.б.н.

СУБЕТТО ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Декан Факультета географии РГПУ имени А.И. Герцена, заведующий кафедрой физической географии и природопользования РГПУ им. А.И. Герцена, д.г.н.

ТЕРЁХИНА ЯНА ЕВГЕНЬЕВНА

Научный сотрудник кафедры сейсмометрии и геоакустики геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова

ЦЕТЛИН АЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ

Директор Беломорской биологической станции имени Н.А. Перцова, профессор биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д.б.н.

ФАЗЛУЛЛИН СЕРГЕЙ МАРАТОВИЧ

Президент Конфедерации подводной деятельности России, доцент кафедры музеологии РГГУ, Член-корреспондент РАЕН, к.г.н.

ШАБАЛИН НИКОЛАЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ
(председатель координационного комитета)

Исполнительный директор ЦМИ МГУ



КООРДИНАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

НЕСМЕЯНОВА ЕКАТЕРИНА МИХАЙЛОВНА

Начальник отдела образовательных проектов и связей с общественностью ЦМИ МГУ

КОВАЛЁВА АНАСТАСИЯ МИХАЙЛОВНА

Старший специалист отдела образовательных проектов и связей с общественностью ЦМИ МГУ

БИЛЯЛОВА АНАСТАСИЯ АНДРЕЕВНА

Специалист отдела образовательных проектов и связей с общественностью ЦМИ МГУ

ФРИХ-ХАР АННА ЮРЬЕВНА

Специалист отдела образовательных проектов и связей с общественностью ЦМИ МГУ



КООРДИНАТОР

Центр морских исследований
МГУ имени М.В. Ломоносова

Контактная информация:
119234, Россия, г. Москва,
ул. Ленинские горы, 1-77
Научный парк МГУ, офис 402
t.: +7 (495) 648 65 88
e.: info@marine-rc.ru
w.: www.marine-rc.ru



**ЦМИ
МГУ**



@CMI_MSU



КОНТАКТЫ

По вопросам участия в конференции:
e.: maresedu@marine-rc.info
t.: +7 (495) 648 65 88

Том I (IV) / Volume I (IV)

Оглавление / Contents

Программа конференции / Conference programme

Тезисы / Abstracts

Пленарная сессия

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НИШИ В БЕЛОМОРСКИХ ПРИБРЕЖНЫХ МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМАХ <u>Краснова Е.Д.</u> , Воронов Д.А., Лабунская Е.А., Лобышев В.И., Соколовская Ю.Г.	19
---	----

Гидрология суши. Устные доклады

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА РЕК КРЫМА В 21 ВЕКЕ <u>Калугин А.С.</u> , Мотовилов Ю.Г., Попова Н.О., Миллионщикова Т.Д.	26
РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДЕЛЬТЕ РЕКИ ЛЕНЫ В АВГУСТЕ 2022 Г. <u>Магрицкий Д.В.</u> , Чалов С.Р., Гармаев Е.Ж., Прокопьева К.Н.	31
СЦЕНАРНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ БУДУЩЕГО ВОДНОГО РЕЖИМА Р. УРАЛ <u>Попова Н.О.</u> , Калугин А.С., Мотовилов Ю.Г.	37
СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРОДСКОМ (НОВОСПАССКИЙ ПРУД) И ФОНОВОМ (ОЗЕРО ГЛУБОКОЕ) ВОДОЕМАХ <u>Гречушников М.Г.</u>	42
ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЛЕНА <u>Дрегваль М.С.</u> , Решин Н.А., Гайдукова Е.В.	46
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВОДНОГО СТОКА Р. КОЛЫМЫ К СОВРЕМЕННЫМ КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ <u>Лисина А.А.</u> , Крыленко И.Н., Калугин А.С., Сазонов А.А., Фролова Н.Л., Мотовилов Ю.Г.	50
УДИВИТЕЛЬНАЯ ГИДРОДИНАМИКА ПРИЛИВНЫХ УСТЬЕВ <u>Алабян А.М.</u> , Демиденко Н.А., Панченко Е.Д.	55
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ В УСТЬЯХ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ И ПЕЧОРЫ <u>Панченко Е.Д.</u> , Лебедева С.В.	58
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ И ТРАНСПОРТ НАНОСОВ В ГИПЕРПРИЛИВНОМ ЭСТУАРИИ РЕКИ СЁМЖА (БЕЛОМОРСКИЙ БАССЕЙН) <u>Федорова Т.А.</u> , Беликов В.В., Алабян А.М., Демиденко Н.А.	63
ОДНОМЕРНАЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРИЛИВА В УСТЬЕ РЕКИ ПЕЧОРА <u>Алавердова А.А.</u>	71
ПАМПИНГ-ЭФФЕКТ В ГЕОСРЕДАХ <u>Лапина Л.Э.</u>	79
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПЛЕРОВСКОГО АКУСТИЧЕСКОГО ПРОФИЛОГРАФА ТЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СУММАРНОГО СТОКА НАНОСОВ <u>Иванов В.А.</u> , Чалов С.Р.	83
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПРИБРЕЖНЫХ ОБВОДНЁННЫХ КАРЬЕРОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ <u>Домнина Д.А.</u> , Завада Д.Е.	90
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕДОВОГО ЗАТОРА В ЗОНЕ РАСШИРЕНИЯ РУСЛА <u>Крутов А.Н.</u> , Школьников С.Я.	96
ОСОБЕННОСТИ ТУМАНОВ КАСПИЙСКОГО МОРЯ <u>Наурозбаева Ж.К.</u> , Базарбай Л.	103
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СКОРОСТЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В АРКТИЧЕСКИХ ОЗЕРАХ <u>Алексеева Н.К.</u> , Евграфова С.Ю., Децура А.Е., Гузева А.В.	108

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДВОДНОГО ЗОНДА-ПРОФИЛОГРАФА «ВИНЧИ» В ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА ГЛУБОКОЕ, РУЗСКИЙ РАЙОН, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	
<u>Островский А.Г., Кочетов О.Ю., Швоев Д.А., Волков С.В., Зацепин А.Г., Мысливец И.В., Коровчинский Н.М.</u>	111
ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОЛЬСКОЙ АЭС НА МЕТАБОЛИЗМ РЫБ ОЗ. ИМАНДРА	
<u>Гашкина Н.А.</u>	118
ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ВЫПАДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВЕННЫХ ВОД ВАЛДАЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА	
<u>Баранов Д.Ю.</u>	123
СБАЛАНСИРОВАННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ РАЗНОРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ ТРАНСФОРМАЦИИ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ (МЕДНО-НИКЕЛЕВЫЕ КОМБИНАТЫ) НА ВОДОСБОРЕ И В ОЗЕРЕ	
<u>Соколов А.В., Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А.</u>	128
МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ФОСФОРА В ГРУНТОВЫХ ВОДАХ, ПИТАЮЩИХ ИВАНЬКОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ (РЕКА ВОЛГА)	
<u>Лапина Е.Е., Кудряшова В.В.</u>	134
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД МЕТАЛЛАМИ В ПЕРИОД СНИЖЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК И ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА)	
<u>Базова М.М., Моисеенко Т.И.</u>	140
МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И РАСХОДЫ ВОДЫ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	
<u>Кучменова И.И., Атабиева Ф.А.</u>	147
ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ И МЕЖГОДОВОЙ ДИНАМИКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА-А В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА ЗА 1998-2022	
<u>Новикова Ю.С., Баклагин В.Н.</u>	152
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС) И НАБОРОВ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕК И РЕЧНЫХ БАСЕЙНОВ (НА ПРИМЕРЕ, БАСЕЙНА РЕКИ ПО (ИТАЛИЯ))	
<u>Игнатьева М.Н.</u>	157

Гидрология суши. Стендовые доклады

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД БАСЕЙНА РЕКИ СЕТУНЬ	
<u>Соловьева С.С., Ефимова Л.Е., Ерина О.Н., Терешина М.А., Соколов Д.И.</u>	162
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАТОРОВ ЛЬДА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЫ РЕКИ СУХОНЫ)	
<u>Цуй Ю., Фролова Н.Л., Семенова Н.К.</u>	168
ЧТО ТАКОЕ ПРОСАДКА ГРУНТА В АРКТИЧЕСКИХ ДЕЛЬТАХ?	
<u>Долгополова Е.Н.</u>	172
ПРОСАДКА ГРУНТА В ДЕЛЬТАХ РЕК: ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ	
<u>Михайлова М.В., Исупова М.В.</u>	178
АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ Р. СЕТУНИ ЧАСТИЦАМИ МИКРОПЛАСТИКА	
<u>Нифантьева В.И., Алиева А.М., Андропова С.М., Артамонов М.С., Соколова Д.И., Беркович А.К., Ефимова А.А., Лисина А.А., Сазонов А.А.</u>	186
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГРАФОВ Р. ТОМЬ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ	
<u>Разаренова А.Д., Крыленко И.Н.</u>	192
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛООВОГО СТОКА РЕК, НЕ ОХВАЧЕННЫХ СТАЦИОНАРНЫМ ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ МОНИТОРИНГОМ	
<u>Магрицкий Д.В.</u>	197
ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ОХТА	
<u>Ярмалоян А.А., Урусова Е.С.</u>	204
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ ТОРФЯНИКА ВИТТИГРЕНСКОГО	
<u>Борисенко А.Д., Напреев М.Г., Королёва Ю.В.</u>	209
ОБЗОР МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОЗЕРНО-РЕЧНЫХ СИСТЕМ И ИХ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РФ	
<u>Батмазова А.А., Гайдукова Е.В., Винокуров И.О.</u>	216
ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ РУДНАЯ БАСЕЙНА ЯПОНСКОГО МОРЯ	
<u>Костык В.А., Кролевецкая Ю.В., Вихренко С.В.</u>	221

Морские млекопитающие. Устные доклады

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОФИЛИ БЕЛЫХ МЕДВЕДЕЙ (URSUS MARITIMUS) БАРЕНЦЕВОМОРСКОЙ И КАРСКОЙ СУБПОПУЛЯЦИЙ	
<u>Алексеева Г.С., Иванов Е.А., Мизин И.А., Платонов Н.Г., Мордвинцев И.Н., Рожнов В.В., Найдено С.В.</u>	226

УДК 556.560.8

Рубрика 37.27.27

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД БАССЕЙНА РЕКИ СЕТУНЬ

SEASONAL VARIABILITY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE WATERS OF THE SETUN RIVER BASIN

Соловьева Севастиана Сергеевна¹, Ефимова Людмила Евгеньевна¹, Ерина Оксана Николаевна¹, Терешина Мария Алексеевна¹, Соколов Дмитрий Игоревич¹

¹*Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова*

Solovyeva Sevastiana Sergeevna¹, Efimova Lyudmila Evgenievna¹, Erina Oksana Nikolaevna¹, Tereshina Maria Alekseevna¹, Sokolov Dmitry Igorevich¹

¹*Moscow State University M. V. Lomonosov, Moscow*

Введение

Важнейшую роль в формировании химического состава воды играет состояние водосбора, а также гидрологический режим реки и ее притоков. Сток с урбанизированной территории, поступление коммунальных и промышленных сбросов приводят к увеличению содержания в речной воде компонентов солевого состава и биогенных веществ, а также оказывают существенное влияние на гидрологический и термический режим городских рек. Значительное влияние на сезонную изменчивость химического состава оказывает преобразование гидрологического режима городских водотоков, определяющего степень разбавления концентраций. Исследования (McGrane Scott J., 2016) показали, что изменения гидрологического режима выражаются в увеличении годового или сезонного объема стока, увеличении скорости течения и объемов стока половодья и паводков, изменении формы гидрографов, которое выражается в резком увеличении пика половодья, частоте наблюдаемых пиков, при общем снижении базового стока реки. Гидрологический режим р. Сетунь и её основных притоков, заметно отличаются от режима малых рек вне урбанизированных территорий (Борзенков, 2007, Sokolov et al., 2021). Застройка территорий жилыми и производственными зданиями, перекрытие естественных почв автодорогами и пешеходными улицами, строительство сложной дренажной сети дождевых, сточных и речных коллекторов, а также строительство подземных тоннелей и комплексов оказывают значительное влияние на гидрологический режим рек, что сказывается и на их гидрологическом и гидрохимическом режимах. Согласно данным (Китаев, 2001), после застройки территории изменяется скорость фильтрации воды, что становится причиной увеличения среднемноголетнего поверхностного стока в среднем до 10-15% от исходного стока (Мануйлов, Московкин, 2016). Повышается количество смываемых с водосбора взвешенных веществ и адсорбированных на них химических элементов (Кумани М.В. и др., 2007; Lu et al., 2019, Михайлов С.А., 2000).

Материалы и методы

Особенности внутригодового гидрохимического режима малых городских рек Москвы изучались на примере бассейна реки Сетунь, на территории которого расположены и природоохранные территории, и промышленные кластеры, и селитебные зоны. Информационной основой исследования стали данные мониторинговых наблюдений за содержанием комплекса химических веществ в водных объектах бассейна Сетуни в 2019-2022 гг. (проект 19-77-30004-П). Определение концентраций загрязняющих веществ в водах реки Сетунь и ее основных притоков производилось при помощи титриметрического и спектрофотометрического методов и метода капиллярного электрофореза. В пробах, отбираемых ежемесячно производился расчет концентраций биогенных веществ (формы азота, фосфора, кремния), главных ионов солевого состава, цветности, органического вещества (по показателям БПК₅ и ХПК).

Результаты

Для бассейна р. Сетуни большую часть года характерен гидрокарбонатно-кальциевый состав воды, хотя в конце осени и в зимний период наблюдается увеличение содержания натрия и преобладание хлоридов в солевом составе. Так, в устье р. Сетуни, средняя доля хлоридов в течение осеннего периода колебалась в диапазоне 16-18%, а во время зимней межени достигала 27%. Доля натрия в зимний период возрастала в 1,5-2 раза. В зимнюю межень она в среднем составляла около 15-18%, в летне-осеннюю – 7-10%. Для всех ионов, кроме Cl и Na характерна асинфазность их абсолютного и относительного содержания. В периоды повышенной водности наблюдалось снижение абсолютных концентраций всех компонентов ионного состава.

Концентрации основных ионов для удобства сравнительного анализа рассчитывались в относительных единицах (мг-экв/л). В устьевом створе реки происходило ежегодное повышение как максимальных (6,46; 9,33 и 19,3 мг-экв/л для 2020, 2021 и 2022 гг), так и минимальных (1,22; 1,97 и 2,62 мг-экв/л) концентраций хлоридов. Подобная закономерность проявлялась и для ряда других ионов. Содержание ионов Na в разные годы превышало концентрации в предшествующие многоводные периоды в 2,5-5,1 раз, кальция – в 1,6-2,8 раза. Колебания концентраций Mg, K и SO₄ были относительно небольшими.

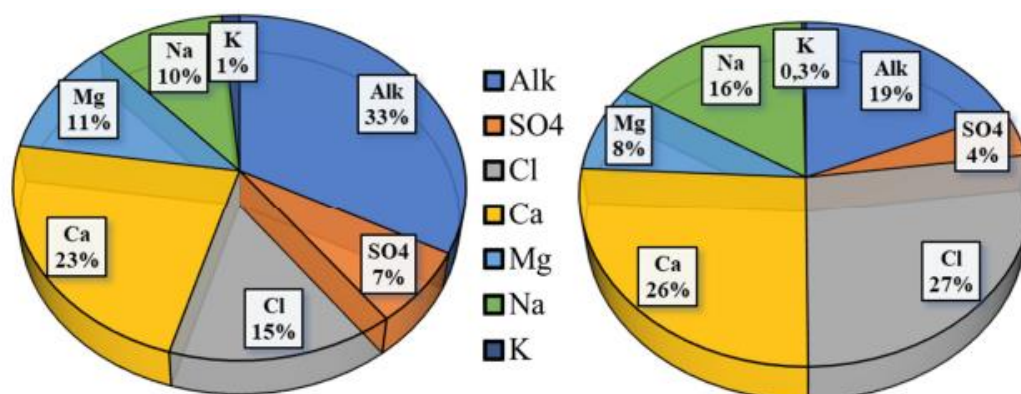


Рис. 1. Ионный состав вод (в %-экв/л) вод реки Сетунь в районе устья 10.08.21(слева) и 21.12.21(справа)

Можно выделить пик концентраций для большинства ионов, наблюдавшийся с конца декабря 2021 по середину марта 2022г. Это вызвано локальным сбросом

высокоминерализованных вод, поступающих от снегоплавильных пунктов, смыва противогололёдных реагентов с автодорог и тротуаров, притоком вод из верхних водоносных пластов, вскрытых в результате строительных работ. Большую часть зимнего периода вода р. Сетуни характеризуется смешанным составом с неявным преобладанием ионов кальция, гидрокарбонатов и хлоридов, повышенным содержанием натрия. В воде р. Сетуни и ее основных притоков четко выражены повышения минерализации в середине осени и начале зимы. Основной прирост обеспечивало возрастание содержания Alk , Cl , Ca (рис. 2, слева).

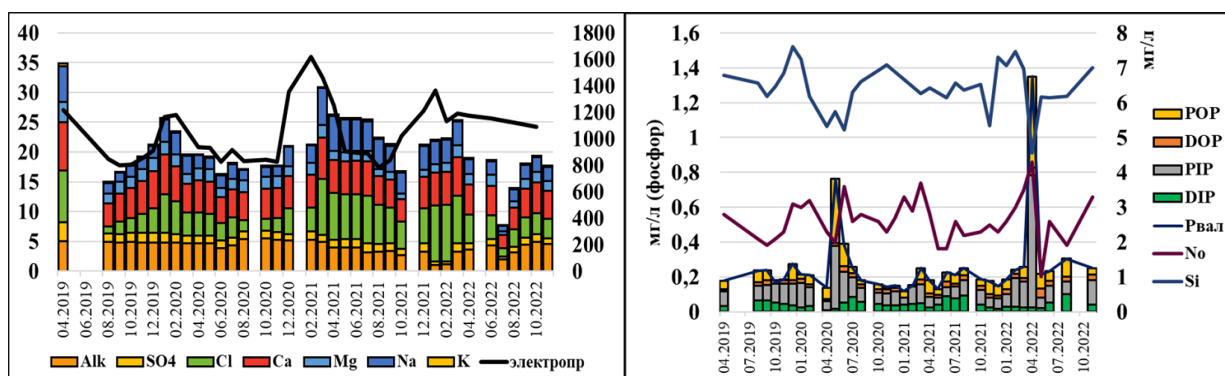


Рис.2. Временная концентраций основных ионов (слева, мг-экв/л) и биогенных веществ (справа; кремния – Si , валового азота – No , общего фосфора – P : минерального взвешенного (PIP) и растворенного (DIP); органического – взвешенного (POP), растворенного (DOP)); стока (в) и концентраций (г) основных ионов

Основная закономерность в динамике биогенных веществ – повышение концентраций в марте-мае (Рис.16). В весенний период происходит увеличение доли и концентрации взвешенных форм фосфора относительно значений зимней межени. Содержание минерального фосфора возрастало постепенно, достигая за 2-3 месяца максимальных значений (55-57% $\text{P}_{\text{общ}}$); органического фосфора – скачкообразно. Количество растворенного минерального фосфора (DIP) мало изменялось в течение года (рис.16), в среднем, оно составляло 21 % общего содержания минерального фосфора. Растворенный органический фосфор (DOP) составил около 11 %. Основная доля стока фосфора представлена его взвешенными формами - минеральным (PIP) - 44,7% и органическим (POP) - 25%.

Изменчивость абсолютного содержания кремния асинфазна временной изменчивости концентраций взвешенных форм фосфора. На периоды максимальных концентраций валового фосфора (1,35 мг/л) приходятся понижения содержания Si в 1,4-1,6 раз (до 4,56 мг/л). Максимальное содержание кремния отмечено в меженный период, когда наблюдалась наиболее активное преобразование бассейна на строительных участках и увеличение стока взвешенных веществ.

Во внутригодовом распределении общего растворенного азота выделены трехмесячные периоды повышения концентраций (в 1,6-2,1 раза), приходящиеся на зимние месяцы. Минимумы концентраций (1,2 мг/л) достигались в конце лета, что связано с естественным циклом потребления биогенных элементов водными организмами.

Значительную часть загрязняющих веществ, поступающих с урбанизированных водосборов в русла водотоков, составляют химические вещества, адсорбированные на взвешенных частицах (Кошелева Н. Е., Цыхман А. Г., 2018; Кашутина Е.А. и др., 2001)

Заметное увеличение $\text{ХПК}_{\text{общ}}$ приходится на периоды повышенной водности и может обуславливаться смывом взвешенных веществ с водосбора. Наибольшее поступление взвеси выявлено в период мощного летнего паводка 2021 г. (мутность воды составила 368 NTU) в

устье Сетуни). Общее содержание органических веществ ($\text{ХПК}_{\text{общ}}$) в эту дату достигает 131,5 мгО/л, а их растворенная форма не превышает 20,6 мгО/л. Именно июньский паводок 2021 года характеризовался наибольшими за все рассматриваемые периоды величинами $\text{ХПК}_{\text{общ}}$. В период весеннего половодья, воздействие, оказываемое притоком взвешенных веществ, на порядок меньше. Это связано с меньшим по сравнению с летним паводком расходом воды, и, следовательно, снижением размыва берегов и поступления взвешенных веществ с поверхностным стоком с территории водосбора. Величины $\text{ХПК}_{\text{общ}}$ в зимнюю межень изменялись незначительно и составляли 27,2 - 28,7 мгО/л. Среднегодовые значения изменялись в диапазоне от 40,9 до 53 мгО/л (рис.3).

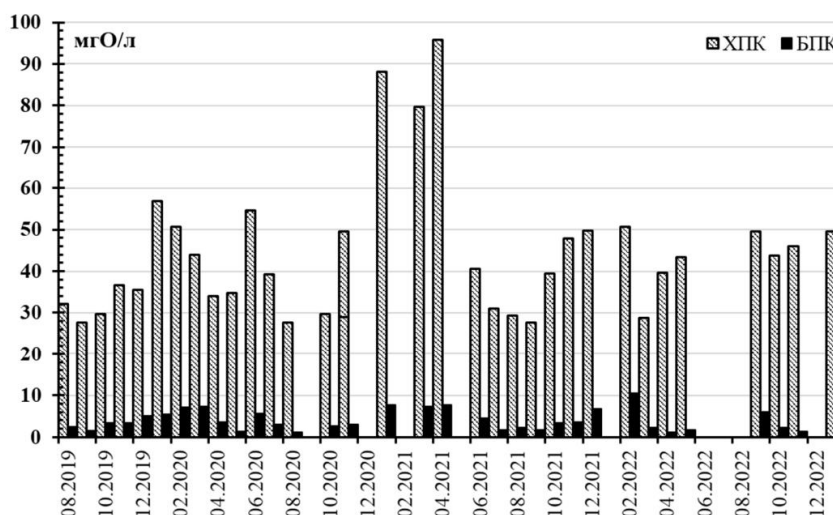


Рис.3. Временная изменчивость концентраций органических веществ по $\text{ХПК}_{\text{общ}}$ и БПК_5 для устьевое створа р. Сетунь за 2019-2022 гг.

Схожая внутригодовая изменчивость характерна и для содержания в воде легкоокисляемых органических веществ (определенных по БПК_5). Основным отличием являлось то, что наибольшие концентрации ЛОВ фиксировались на подъеме половодья, то есть в период активного снеготаяния. В период повышенного стока происходит увеличение поступления в реку с водосбора органических загрязняющих веществ, накопившихся за зимний период, в частности, за счет потерянной зимой части сточных вод (замерзшие, накопившиеся в углублениях и вернувшиеся в оборот при подъеме уровня)

Значения максимумов в остальные годы составляли 7,3-7,8 мгО₂/л. Минимальные концентрации наблюдались в периоды летней межени и варьировались от 1,1 до 1,5 мгО₂/л. Среднегодовые значения изменялись от 3,6 до 4,7 мгО₂/л. В водах Сетуни, $\text{ХПК}_{\text{раств}}$ больше БПК_5 в среднем в 15-20 раз. Наибольшая среднегодовая величина соотношения $\text{ХПК}_{\text{раств}}/\text{БПК}_5$ (28) наблюдалась в 2022 году. При этом в предшествующий период отмечено снижение значений данного показателя с 20,6 до 14,9. Ежегодные периоды повышения значений $\text{ХПК}_{\text{раств}}/\text{БПК}_5$ наблюдались во второй половине августа. Это свидетельствует о значительном преобладании загрязнения городских вод трудноокисляемыми ОВ и позволяет предположить, что основными загрязнителями являются промышленные предприятия, расположенные в бассейне, а коммунально-бытовые стоки оказывают меньшее воздействие.

Выводы

Установлено, что воды бассейна Сетуни имеют среднюю или повышенную минерализацию и смешанный ионный состав с неявным (25-27 %-экв/л) преобладанием гидрокарбонатов, хлоридов, кальция и натрия. В зависимости от сезона реки бассейна могут характеризоваться гидрокарбонатно-кальциевым, хлоридно-натриевым или смешанным составом.

Определены периоды повышенных и пониженных концентраций для элементов солевого состава – максимум в зимнюю межень за счет снижения водности и увеличения притока с водосбора вод, насыщенных солями реагентов (NaCl, CaCl₂).

Содержание органических и биогенных веществ напрямую зависит от диффузного стока с водосбора (в периоды паводков и половодий значительно увеличивалась доля взвешенных форм фосфора; максимумы ХПК_{общ} приходятся на периоды повышенной водности). Следовательно, климатические факторы (количество и интенсивность осадков, дружность схода снега) играют значительную роль в формировании гидрохимического состава вод бассейна реки Сеунь. Однако, основными факторами остаются антропогенные. Так, для ряда участков реки характерно возрастание количества легкоокисляемой органики, что свидетельствует о притоке в реку коммунально-бытовых сточных вод.

Финансирование

Исследование выполнено при поддержке РНФ (проект 19-77-30004-П) и по теме ГЗ I.10 «Анализ, моделирование и прогнозирование изменений гидрологических систем, водных ресурсов и качества вод суши»

Список литературы

1. Борзенков А.А. Влияние урбанизированных территории г. Курска на поверхностные воды // Автореферат. на соискание степени к.г.н. – Курск, 2007. - 24 с
2. Кашутин Е. А., Ясинский С.В., Веницианов Е.В., Гришанцева Е.С., Сидорова М.В. Оценка переноса загрязнений в водной среде в разных фазах // Проблемы региональной экологии. – 2022. – № 5. – С. 88-92.
3. Китаев Л.М. Гидрологические особенности городских территорий // Автореферат на соискание степени к.г.н., 2001 - 24 с.
4. Кошелева Н.Е., Цыхман А.Г. Пространственно-временные тренды и факторы загрязнения почвенного покрова Москвы // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2018. - Т. 26. - № 2 - С. 207—236
5. Кумани М.В., Борзенков А.А., Соловьева Ю.А. Баланс растворенных и адсорбированных на взвешенных наносах загрязняющих веществ урбанизированных водосборов // Вестник ВГТУ. - 2007. - Т.2 - №3. - С. 148-152
6. Мануйлов М.Б., Московкин В.М. Влияние поверхностного стока (дождевых и талых вод) на экологическую и техногенную ситуацию в городах // Вода и экология: проблемы и решения. - 2016. - № 2. - С. 35–47.
7. Михайлов С. А. Диффузное загрязнение водных экосистем. методы оценки и математические модели // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. – 2000. – № 56. – С. 1-130.
8. Lu W., Wu J., Z. Li, N. Cui, S. Cheng. Water quality assessment of an urban river receiving tail water using the single-factor index and principal component analysis // Water Supply. - 2019. – Vol. 19 - №2. - P. 603-609

9. *McGrane Scott J.* Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: a review // *Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques*. - 2016. -V. 61. - №. 13. - P. 2295-2311
10. *Sokolov D., Chalov S., Tereshina M., Erina O., Shinkareva G.* Hydrological regime of the urban Setun river // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. - 2021. - Vol. 834.